



Demo NBC-ledningssystem, etapp 1

Slutleverans

Sammanställd av
Britta Häggström, Nils Olsson, Helena Holmström

Deltagare i hela eller delar av arbetet under etapp 1:

Britta Häggström, projektledare	FOI NBC-skydd
Lars Rejnus, bitr. projektledare	FOI NBC-skydd
Jan Burman	FOI NBC-skydd
Christina Edlund	FOI NBC-skydd
Åsa Fällman	FOI NBC-skydd
Håkan Grahn	FOI NBC-skydd
Anna Hopfgarten	FOI NBC-skydd
Jan-Olov Moberg	FOI NBC-skydd
Sune Nyholm	FOI NBC-skydd
Leif Persson	FOI NBC-skydd
Björn Sandström	FOI NBC-skydd
Sune Westman	FOI NBC-skydd
Lars Björklund	FOI Systemteknik
Martin Goliat	FOI Systemteknik
Nils Olsson	FOI Systemteknik
Torbjörn Danielsson	FOI Ledningssystem
Håkan Hasevinkel	FOI Ledningssystem
Helena Holmström	FOI Ledningssystem
Gert Lindmark	FM SkyddC
Stefan Rosell	FM SkyddC
Dan Magnusson	FM OPIL
Anders Frisk	Generic Integration AB
Fredrik Hessel	Generic Integration AB
Hans Westergren	Generic Integration AB
Johan Jenvald	VSL
Marcus Axelsson	VSL
Magnus Morin	VSL
Johan Tegman	InLine DSS AB
Thomas Önskog	Umeå universitet, matematiska institutionen

Utgivare FOI - Totalförsvarets Forskningsinstitut NBC-skydd 901 82 Umeå	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1635--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 3. Skydd mot NBC och andra farliga ämnen	
	Månad, år Juni 2005	Projektnummer E4936
	Delområde 39 Breda projekt inom skydd mot NBC och andra farliga ämnen	
	Delområde 2	
Författare/redaktör Britta Häggström, Nils Olsson Helena Holmström	Projektledare Britta Häggström	
	Godkänd av Åke Sellström	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarets Materielverk FMV	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Britta Häggström	
Rapportens titel Demo NBC-ledningssystem, etapp 1 Slutleverans		
Sammanfattning (högst 200 ord) Syftet med Demo NBC-ledningssystem, etapp 1, är att stärka NBC-skyddsfunktionens förmåga att ge stöd vid genomförandet av Försvarmaktens huvuduppgifter, i NBC-miljö eller vid hot om avsiktlig användning av NBC-stridsmedel, så att maximal förmåga och handlingsfrihet bibehålls. En detaljerad beskrivning av Försvarmaktens NBC-skyddsverksamhet har tagits fram för att identifiera behovet av ledningsstöd. Resultatet är en omfattande processkarta, som i stort sett är organisationsoberoende. Ett antal tjänster, som måste kunna erbjudas för att möta NBC-verksamhetens behov, har också tagits fram. Behoven av IT-stöd redovisas explicit, och utgör grund för en kravspecifikation. Forskning för att förbättra modeller för risk- och konsekvensprognoser har bedrivits. Med användarna i centrum har en del av de identifierade behoven omsatts i tjänster, vilka realiserats i en testbädd för att illustrera och experimentellt testa användbarheten. Detta arbetssätt har bedömts som en framkomlig väg för det vidare utvecklingsarbetet, som föreslås bedrivas tillsammans med SkyddC. Ett koncept för demonstration 2007 har tagits fram. Detta består av ett antal delscenarier, från vilka Försvarmakten längre fram kan välja. Funktionella krav har definierats i form av tjänster och behovskomponenter för vart och ett av delscenarierna. Behovsurvalet stödjer företrädesvis scenarier som innehåller planerings- och genomförandefaserna, men även behov rörande avveckling och utvärdering finns med.		
Nyckelord NBC-ledningssystem, NBC-ledningsstöd, NBC-demonstrator, nätverksbaserat, processer, tjänster, systemkrav, behovsspecifikation		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 210 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency NBC Defence SE-901 82 Umeå	Report number, ISRN FOI-R--1635--SE	Report type User report
	Programme Areas 3. NBC Defence and other hazardous substances	
	Month year June 2005	Project No. E4936
	Subcategories 39 Interdisciplinary Projects regarding NBC Defence and other hazardous substances	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Britta Häggström, Nils Olsson Helena Holmström	Project manager Britta Häggström	
	Approved by Åke Sellström	
	Sponsoring agency Swedish Defence Materiel Administration	
	Scientifically and technically responsible Britta Häggström	
Report title (In translation) Demonstrator, NBC Command and Control System, final report		
Abstract (not more than 200 words) The purpose of Demo NBC command- and control system, phase 1, is to strengthen the NBC protection capability when implementing the main tasks of the Swedish Armed Forces so as to maintain optimal power and flexibility, also in an NBC environment or when NBC weapons are used. A detailed description of the Swedish Armed Forces NBC protection tasks has been produced to identify the requirements on a command and control system. The result is an extensive map of processes, which is organization independent. A number of services, which are to be offered by the system, have also been produced. The needs regarding IT support have been described explicitly, and form a basis for the technical requirements. Research has been conducted to improve models to predict risks and consequences. With the coming users of the system in focus, some of the identified needs have been converted into services, which have been implemented in a test bed to illustrate and experimentally test their usefulness. This way of working has been judged as a fruitful way forward for the development work, which is suggested to be performed together with the Armed Forces NBC Defense Centre. A concept for a demonstration 2007 has been produced. It consists of a number of sub-scenarios, from which the Armed Forces later can choose. The functional requirements have been defined in terms of services and needs components for each of the sub-scenarios. The selected needs primarily support scenarios for the planning and operation phases, but also needs for winding up and evaluate are included.		
Keywords NBC Command and Control System, NBC Decision Support, network based, processes, services, specification of technical demands, specification of needs		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 210 p.	
	Price acc. to pricelist	

Sammanfattning

Hotbilden mot Sverige och den internationella säkerheten har radikalt förändrats och breddats. Detta har lett till att den svenska Försvarsmakten genomgår en omstöpning från ett invasionsförsvar, dvs. ett försvar av landets territorium mot väpnat angrepp, till ett flexibelt och effektivt insatsförsvar, som ska kunna delta i internationellt samarbete för att bevara eller framtvinga fred i olika konflikthärder.

Kärnan i insatsförsvaret är behovssammansatta styrkor med förmåga att agera med högt tempo och hög operativ rörlighet, under olika förutsättningar och i en mängd olika miljöer, t.ex. under hot om insats med NBC-stridsmedel, eller i kontaminerade områden efter en NBC-händelse. Detta ställer stora krav på Försvarsmaktens NBC-skydds-funktion, som är en stödfunktion, med huvuduppgift att möjliggöra genomförandet av Försvarsmaktens huvuduppgifter, i NBC-miljö eller vid hot om avsiktlig användning av NBC-stridsmedel, så att förmåga och maximal handlingsfrihet bibehålls.

För att stärka NBC-skyddsfunktionens förmåga att ge detta stöd krävs utveckling av vitala funktioner för att leda och genomföra NBC-verksamhet. Mot den bakgrunden startades 2003 projektet Demo NBC-ledningssystem, etapp 1, vars arbete och slutsatser redovisas i denna rapport.

Den största delen av projektarbetet har använts för att beskriva Försvarsmaktens NBC-skyddsverksamhet, i syfte att identifiera dess behov av ledningsstöd. Resultatet är en omfattande processkarta, som i fem huvudprocesser och ett stort antal delprocesser i detalj beskriver verksamheten. Detta har gjorts på en tämligen generisk nivå, vilket betyder att processkartan är i stort sett organisationsoberoende. Ett antal tjänster, som visar vilket ledningsstöd ett tänkt system måste kunna erbjuda för att möta NBC-verksamhetens behov, har också tagits fram. För att identifiera olika aktörer och deras behov av information och ledningsstöd har sekvensdiagram för ett stort antal scenarier producerats. Resultatet av arbetet är en omfattande beskrivning av behovet av ledningsstöd för NBC-verksamheten, vilken dels presenteras i form av en målbild för ett NBC-ledningssystem som ska vara funktionellt 2014, och dels i form av de behov som finns när det gäller information, risk- och konsekvensprognoser, stöd för utbildning och stöd för att hantera resurser. De specifika behoven av IT-stöd redovisas också, uppdelat på femton olika behovskomponenter, som kan ses som en grund till en kravspecifikation för ett ledningssystem.

Funktionalitet och användbarhet har satts före teknik i utvecklingsarbetet, vilket lett projektgruppen till att arbeta med användarnas behov i fokus. Denna fokusering på användbarhet och funktion har bidragit till att få förståelse för arbetssättet och till att förankra de första stegen i utvecklingsarbetet hos Försvarsmakten. Med detta synsätt som ansats har en del av de identifierade behoven omsatts i tjänster, vilka realiserats i en testbädd. Testbädden har utnyttjats i några genomförda experiment och workshops för att illustrera och experimentellt testa om behoven kunnat omsättas i tjänster på det tänkta sättet och på ett för användarna adekvat sätt.

Den ansats som gjorts för att prova och utvärdera funktionalitet och tekniska lösningar, med testbädden som hjälpmedel, har vi bedömt som en framkomlig väg för utvecklingsarbetet. Återkommande empiriska test med tillhörande anpassad utvärderingsmetodik bör därför få större utrymme och prioriteras i det fortsatta arbetet. Ett stort engagemang från Försvarsmakten, framför allt från officerare på de högre nivåerna och bland NBC-sakkunniga officerare, är en förutsättning för att det fortsatta utvecklingsarbetet ska bli framgångsrikt. Vi tror därför att det är ändamålsenligt att fortsättningsvis bedriva utvecklingsarbetet runt testbädden vid Totalförsvarets Skyddscentrum, SkyddC.

Viss forskning har också bedrivits inom projektets ram, främst med att förbättra modeller för att göra risk- och konsekvensprognoser. Här återstår dock en del arbete, innan ett programpaket med prognosmodeller som snabbt kan leverera prognoser av tillräcklig kvalitet är färdigt. Detta arbete kan färdigställas under kommande etapp av projektet om resurser avsätts för detta.

I beställningen av projektet förutsätts att en demonstration ska genomföras under 2007. För närvarande finns det ingen uttryckt önskan från Försvarsmakten vad man vill ha demonstrerat, eftersom beslut om demonstrationer efter 2006 inte föreligger. Vår utgångspunkt för framtagande av ett koncept för demonstrationen har därför varit det ramsscenario "Sverige deltar i en större multinationell insats" som avses att användas i demonstrationer 2006. Vårt koncept innehåller ett antal delscenarier, från vilka Försvarsmakten längre fram kan välja, så att demonstrationen blir ändamålsenlig och i överensstämmelse med planeringen av demonstrationer för 2007.

Delscenarierna kan användas var för sig, eller plockas ihop för att skapa mer komplexa scenarier. Valet kan också styras av den fas: planering, genomförande eller avveckling av NBC-verksamhet, som ska demonstreras. De funktionella krav man måste ställa på demonstratorn har definierats i form av tjänster och komponenter för vart och ett av delscenarierna, och de faktiskt utnyttjade funktionella behoven har plockats ur de mer fullständiga beskrivningarna av behovskomponenterna. Det är intressant att notera att samtliga komponenter i någon mån behöver implementeras. Behovsurvalet stödjer företrädesvis scenarier som innehåller planerings- och genomförandefaserna, men också några behov rörande avveckling och erfarenhetsåtermatning finns med.

Innehåll

1	Inledning.....	11
2	Grundvärden.....	15
2.1	Försvarsmaktens uppgifter och målbild	15
2.2	Hotbild.....	17
2.2.1	Global NBC-hotbild.....	17
2.2.2	NBC-hotbild mot Sverige och insatspersonal	20
2.3	Försvarsmaktens mål för utvecklingen av NBC-skyddsfunktionen	21
2.4	Syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet.....	22
2.4.1	Målbild för NBC-skyddsfunktionens verksamhet	22
3	Verksamhetsbeskrivning.....	27
3.1	Arbetsmetod	27
3.1.1	Arbetsgång	29
3.2	Tjänster – erbjudet verksamhetsstöd	30
3.3	Processkarta - verksamhetsbeskrivning.....	30
3.3.1	Leda NBC-verksamhet.....	31
3.3.2	Informationsförsörja	35
3.3.3	Genomföra NBC-uppdrag.....	36
3.3.4	Prognostisera NBC-risk	38
3.3.5	Resursförsörja	39
3.4	Sekvensdiagram	39
3.5	Instruktion för CD	40
4	NBC-skyddsverksamhetens behov av ledningsstöd.....	43
4.1	Målbild för NBC-ledningssystem 2014.....	45
4.2	Informationsbehov	46
4.2.1	Informationsförsörjning.....	48
4.2.2	Inventering av informationsbehov.....	48
4.2.3	Information från sensorer och instrument	50
4.3	Behov av risk- och konsekvensprognoser	52
4.3.1	Ett system av modeller.....	53
4.3.2	Sammanställning av modeller för spridnings- och riskprognoser	55
4.3.3	Tillförlitlighet och osäkerhet	59
4.4	Stöd för NBC-utbildning	60
4.5	Resursbehov	61
5	Forskning.....	63
5.1	Modeller för urban spridning.....	63
5.1.1	Urban Dispersion Model (UDM)	63
5.1.2	Micro Swift Spray (MSS)	63
5.1.3	FOI urban modell.....	64
5.2	Modeller för invers prognos	65
5.2.1	Invers prognos genom optimering av indata till direkt spridningsmodell.....	65
5.2.2	Invers prognos genom inversa dynamiska modeller.....	66
5.2.3	Invers modellering med Bayesisk metod	66
5.2.4	Styrning av sensorer.....	67
5.2.5	Skattning av säkra och blinda områden.....	67
5.3	Källmodeller.....	67
5.4	Tillförlitlighet och osäkerhet	68

6	Test och provning.....	69
6.1	Metoder för test och provning	70
6.1.1	Metodstudie: Användarbaserad verksamhetsmodellering som verktyg för att beskriva NBC-skyddsfunktionen.....	71
6.1.2	Praktiskt försök: Vetenskapligt arbetssätt som modell vid ledningssystem-utveckling	71
6.1.3	Workshop som ett led i förankringsarbetet	72
6.1.4	Erfarenheter från genomförda aktiviteter	72
6.2	Verktyg för test och provning - Testbädd	72
6.2.1	Målbild för uppbyggnad av testbädd	73
6.2.2	Kravanalys för testbädd	73
6.2.3	Arkitektur för testbädden	75
6.2.4	Konceptuell lösning – Information Space	75
6.2.5	Samverkan med HLA-federater.....	77
6.2.6	Implementation av Information Space	79
6.2.7	Komponenter i testbädden	83
7	NBC-skyddsfunktionens behov av IT-stöd	93
7.1	Funktionella krav på NBC-ledningssystemet.....	94
7.1.1	Uppdragsövervakare	94
7.1.2	Resurshanterare	95
7.1.3	Logghanterare	97
7.1.4	Metodhandbok.....	98
7.1.5	Orderhanterare.....	101
7.1.6	Planeringsverktyg.....	102
7.1.7	Rapporthanterare	104
7.1.8	NBC-lägesverktyg.....	105
7.1.9	Informationsvaruhus	107
7.1.10	Sensorhanterare	109
7.1.11	Prognosverktyg	109
7.1.12	Larmhanterare	111
7.1.13	Nätverk	112
7.1.14	Systemadministrationsverktyg.....	113
7.1.15	Simuleringsverktyg	114
8	Demonstration 2007.....	115
8.1	Koncept för demonstration 2007	115
8.1.1	Antaganden	115
8.1.2	Huvudscenario Demo NBC-ledningssystem.....	116
8.1.3	Delscenarier.....	118
8.2	Funktionella krav på demonstratorn	121
8.2.1	Uppdragsövervakare	122
8.2.2	Resurshanterare	122
8.2.3	Logghanterare	123
8.2.4	Metodhandbok.....	123
8.2.5	Orderhanterare.....	124
8.2.6	Planeringsverktyg.....	125
8.2.7	Rapporthanterare	126
8.2.8	NBC-lägesverktyg.....	126
8.2.9	Informationsvaruhus	128
8.2.10	Sensorhanterare	128
8.2.11	Prognosverktyg	128

8.2.12	Larmhanterare	129
8.2.13	Nätverk	130
8.2.14	Systemadministrationsverktyg.....	130
8.2.15	Simuleringsverktyg	131
9	Slutsatser och fortsatt arbete	133
9.1	Forskningsinsatser för att nå de uppställda kraven på kvalitet, precision och snabbhet.....	133
9.2	Metod för att testa funktionalitet samt förankra och skapa tilltro till föreslagna lösningar	134
9.3	Testbäddens roll i det fortsatta arbetet.....	135
9.4	Fördjupning av behovsanalysen	135
10	Begrepp	137

Bilagor

Bilaga 3.1	Processkarta (CD-skiva)
Bilaga 4.1	Tabeller Informationsbehov
Bilaga 5.1	Inverse dispersion modeling with a Bayesian sequential Monte Carlo method
Bilaga 6.1	Testbädd (CD-skiva)
Bilaga 6.2	Tabeller Krav på testbädden
Bilaga 6.3	Virtuell miljö med indikeringsfordon (Patg 203) som informationsnod till testbädden

1 Inledning

Sedan Sovjetunionens sammanbrott i slutet av 1980-talet har hotbilden mot Sverige och den internationella säkerheten radikalt förändrats. Samtidigt har hotbilden breddats och blivit mer diffus. Forna antagonister bedriver nu säkerhetspolitiskt samarbete, medan nya aktörer, både nationella och subnationella, visar aggressivitet och ambitioner på ett sätt som inte skådats tidigare. Fokus för möjlig spänning och aggression har under överskådlig tid förflyttats från vårt närområde, men hotet har också blivit mer komplext och asymmetriskt.

Den svenska Försvarsmakten står därför under de kommande åren inför en fantastisk utmaning, nämligen att omstöpas från ett invasionsförsvar, dvs. ett försvar av landets territorium mot väpnat angrepp, till ett flexibelt insatsförsvar, baserat på konceptet "nätverksbaserat försvar" (NBF). Syftet med denna omstöpning är att öka effektiviteten i vår försvarsförmåga, underlätta internationellt samarbete samt ge ökade möjligheter till samordning inom totalförsvaret. Samtidigt förväntas Försvarsmakten, efter successiva beslut om återtagning, på lång sikt och efter allvarlig och långvarig säkerhetspolitisk försämring i vårt närområde, kunna utveckla förmågan att genomföra större operationer. På detta sätt ska den långsiktiga handlingsfriheten säkerställas.

Kärnan i insatsförsvaret är behovssammansatta styrkor med förmåga att agera med högt tempo, hög operativ rörlighet och med förmåga att hantera stora mängder information. För att möjliggöra ledningsöverläge vid olika konfliktnivåer krävs utveckling inom vitala områden, såsom underrättelse- och informationsinhämtning, lägesuppfattning, ledning och beslutsstöd, samt förmåga till insats och verkan.

Under åtminstone de närmaste tio åren torde den svenska Försvarsmaktens huvudsakliga uppgift vara att tillsammans med andra länder främja fred och säkerhet utanför rikets gränser. Inom ramen för EU har Sverige tagit på sig ett sammanhållande ansvar för en av de snabbinsatsstyrkor som sätts upp, s.k. EU Battle Groups. Snabbinsatsstyrkorna har mycket kort beredskapstid (10 dagar) och ska kunna sättas in i den första, oftast svåra, fasen av en krishanteringsoperation. Styrkorna ska kunna operera inom en radie av 600 mil från Bryssel och täcka hela konfliktskalan från humanitär hjälp till insats med vapenmakt. Detta innebär att Försvarsmakten måste ha en förmåga att kunna lösa uppgifter under olika förutsättningar och i en mängd olika miljöer, t.ex. under hot om insats med NBC-stridsmedel eller i kontaminerade områden efter en NBC-händelse.

Kombinationen av internationella insatser och en reell risk att utsättas för NBC-händelser ställer stora krav på Försvarsmaktens NBC-skyddsfunktion, eftersom svensk lagstiftning på arbetsmiljöområdet förväntas gälla i sådana situationer. Tröskeln för vad som anses vara acceptabla risker har därmed sänkts kraftigt. NBC-skyddsfunktionen är en stödfunktion inom Försvarsmakten, med huvuduppgift att möjliggöra genomförandet av Försvarsmaktens huvuduppgifter, i NBC-miljö eller vid hot om avsiktlig användning av NBC-stridsmedel, så att förmåga och maximal handlingsfrihet bibehålls. Eftersom NBC-skyddsfunktionens verksamhet är en stödfunktion, styrs den inte direkt av Försvarsmaktens huvuduppgifter. Den är dock, eller bör alltid vara med vid planering och genomförande av Försvarsmaktens uppdrag. Den ser i princip likadan ut, oavsett vilket scenario eller vilken situation som avses. Till exempel påverkas inte framtagandet av en spridningsprognos av om Försvarsmakten är inbegripen i väpnad strid, eller ger samhället stöd vid en civil olycka. Verksamheten kan därför i hög grad betecknas som generisk, och det föreligger inget behov av detaljerade scenarier för alla Försvarsmaktens fyra huvuduppgifter för att beskriva behovet av NBC-stöd.

Mot bakgrund av de förhållanden som angivits ovan syftar projektet Demo NBC-ledningssystem, etapp 1, till att:

- Definiera målbild 2014 för funktionen NBC-skydd inom Försvarmakten och lista dess krav på NBC-ledningssystemet. Målbilden ska vara realistisk ur ett framtida tekniskt och ekonomiskt perspektiv och vara kopplad till hotbild och Försvarmaktens huvuduppgifter.
- Identifiera behovet av NBC-ledningsstöd och de funktioner som krävs för att producera detta i form av tjänster. Tjänster och funktioner ska identifieras och prövas i dialog med användarna.
- Lista och beskriva alla funktioner/tjänster som ska ingå i systemet. Värdera vilka tjänster som leder till ökad effektivitet genom att implementeras i NBC-ledningssystemet och välja ut de tjänster som i första hand ska implementeras/skapas för att ingå i simulatören.
- Definiera kraven på ledningssystemets funktioner och prioritera vilka funktioner som ska ingå i demonstratören (simulatören).
- NBC-ledningssystemet ska utvecklas i nära samarbete med relevanta forskningsprojekt inom FOI och tillvarata kompetens från näraliggande forskningsområden för att:
 - kunna utnyttja nya tekniska lösningar för både kommunikation och lagring av information
 - anpassa nya utvecklingsbara verktyg för riskbedömningar, som prognosmodeller, och presentationsverktyg
 - kunna nätverksansluta sensorer för tidskritisk dataöverföring
 - kunna nätverksbasera processer/tjänster för samverkan och risk/hotbedömning.
- Informationshanteringslösningarna ska stödja implementeringen av de tjänster som utkristalliseras vid verksamhetsanalysen, utvärderas och testas i en testbädd byggd för att kunna kopplas ihop med andra demonstratorer som utvecklas för Försvarmaktens räkning.
- Kartlägga hur representation av information påverkar användbarhet och systemeffekt. Analysera och pröva åtkomst och utbyte av data från vissa externa databaser för att kunna skapa ett mer allsidigt beslutsunderlag.
- Slutleveransen utgör underlag för bedömning om fortsatt utvecklingsarbete av en simulator som ska användas vid demonstration 2007

I denna rapport presenteras det arbete som utförts inom projektet Demo NBC-ledningssystem, etapp1, samt redovisas dess leverabler. Rapporten är upplagd så att efter genomgång av de grundvärden (kapitel 2) som utgjort basen för arbetet, dvs. "Försvarmaktens uppgifter och målbild", "NBC-hotbilden", "Försvarmaktens mål för utvecklingen av NBC-skyddsfunktionen" och "Syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet", följer en genomgång av den beskrivning av Försvarmaktens NBC-skyddsverksamhet (kapitel 3) som genomförts, i syfte att identifiera de behov denna verksamhet har av ledningsstöd. Här beskrivs de metoder som använts, och som resulterat i en omfattande processkarta som beskriver verksamheten, samt ett antal tjänster som visar vilket ledningsstöd ett tänkt system skulle kunna erbjuda. För att identifiera olika aktörer och deras behov

av information och ledningsstöd har sekvensdiagram för ett stort antal scenarier producerats. Allt material i detta kapitel redovisas *in extenso* på den medföljande CD-skivan (bilaga 3.1).

I kapitel 4 sammanfattas de behov av ledningsstöd för NBC-verksamheten som identifierats. Här ges dels en målbild för ett NBC-ledningssystem som ska vara funktionellt 2014, och dels beskrivs de behov som finns när det gäller information, risk- och konsekvensprognoser, stöd för utbildning och stöd för att hantera resurser. Den forskning som genomförts inom projektets ram, och som rör förbättrade risk- och konsekvensprognoser, redovisas i kapitel 5. För att illustrera och experimentellt testa att de identifierade behoven kan omsättas i tjänster har en del av dessa realiserats i en testbädd, som beskrivs i kapitel 6. I detta kapitel redovisas också resultaten av de experiment och workshops som genomförts, liksom en diskussion om metodiken för att bedriva denna typ av utvecklingsarbete. En systematisk genomgång av NBC-ledningsfunktionens specifika behov av IT-stöd redovisas i kapitel 7, och detta kan ses som ett embryo till en kravspecifikation för att finna tekniska lösningar för ett ledningssystem.

Förslag på underlag för demonstration 2007 redovisas i kapitel 8, som dels innehåller en beskrivning av det tänkta konceptet, och dels de funktionella krav man måste ställa på demonstratorn. Slutsatserna från etapp 1, liksom förslag till hur det fortsatta arbetet under etapp 2 skulle kunna bedrivas, presenteras i kapitel 9. I slutet av rapporten återfinns en förteckning över de begrepp som använts i rapporten, samt en förteckning över de bilagor som medföljer rapporten.

2 Grundvärden

2.1 Försvarsmaktens uppgifter och målbild

För att utgöra ett effektivt säkerhetspolitiskt instrument ska Försvarsmakten kunna lösa uppgifter inom hela konfliktspektrumet från fred till krig. Dessa operationer ska kunna genomföras av Försvarsmakten enskilt eller i samverkan med andra länder.¹

*Försvarsmaktens huvuduppgift är väpnad strid*². Utifrån denna ska Försvarsmakten kunna:

- hävda Sveriges territoriella integritet
- medverka i globala fredsfrämjande insatser över hela skalan av uppgifter
- efter beslut av statsmakterna vid ett försämrat omvärldsläge, möta hot som kan uppstå till följd av kris och konflikt i omvärlden
- efter successiva beslut av statsmakterna kunna möta och genomföra operationer av begränsad omfattning med tillgängliga resurser
- på lång sikt, efter allvarlig och varaktig säkerhetspolitisk försämring och successiva beslut, kunna utveckla förmåga att genomföra mer omfattande militära operationer som hotar Sveriges fred och självständighet.

Terrorismbekämpning är enligt samma beslut en uppgift för civila myndigheter, men Försvarsmakten ska bistå dessa. Vidare ska Försvarsmakten, med de förmågor som skapas genom ovanstående förmåga till väpnad strid, kunna bistå andra myndigheter vid skyddet av viktiga samhällsfunktioner samt kunna bidra till samhällets samlade förmåga att hantera svåra påfrestningar i fred.

Inom ramen för EU har Sverige dessutom tagit på sig ett sammanhållande ansvar för en av de snabbinsatsstyrkor som sätts upp av EU-länderna, s.k. EU Battle Groups. Snabbinsatsstyrkorna är avsedda att ha mycket kort beredskapstid (kunna vara insatt inom 10 dagar) och ska kunna sättas in i den första, oftast svåra, fasen av krishanteringsoperationer. Styrkorna ska kunna operera inom hela konfliktskalan från humanitär hjälp till insats med vapenmakt. Planeringsförutsättningen är att operationsområdet har en radie om 600 mil från Bryssel och att uthållighetstiden vid insats är 30 dagar, men kan förlängas till 120 dagar. Den svenskledda styrkan, Nordic Battle Group, består av ca 1500 man varav ca 1100 svenskar. Övriga länder som bidrar är Finland, Norge och Estland. Storbritannien bidrar med resurser för strategisk ledning. Kärnan i styrkan består av en mekaniserad skyttebataljon och beroende på hotbild och övriga förutsättningar som finns i insatsregionen kompletteras bataljonen med olika understöds- och logistikfunktioner som t.ex. resurser för underrättelser och ammunitionsröjning, militärpolis och NBC-förband. Utöver detta kan även strategiska och operativa resurser behöva tillföras t.ex. sjötransportförband och flygförband. Då styrkan ska vara operativ 1/1 2008 har detta kommit att bli en motor för utvecklingen inom Försvarsmakten inte minst inom ledningsområdet, då styrkan kommer att ledas enligt principer som delvis är nya för svenskt vidkommande.

¹ Gemensam strid. Ledning på operativ och taktisk nivå i ett nätverksbaserat flexibelt insataförsvar. Andra omarbetade upplagan. 2004.

² Regeringsbeslut 2003-10-09, Fö/2003/2132/SALP

För att behålla den långsiktiga handlingsfriheten krävs tillgång till kompetens, utvecklingsförmåga och flexibilitet. Omfattningen av svensk medverkan i fredsfrämjande insatser över hela skalan kommer att öka. Försvarmaktens förmåga ska utvecklas för de miljöer och yttre omständigheter inom vilka Försvarmaktens resurser är avsedda att utnyttjas framöver. Dessutom framhålls att försvarets samlade resurser bättre ska utnyttjas vid fredstida kriser.

Med en breddad och diffus hotbild och ett ökat internationellt engagemang krävs en övergång från ett invasionsförsvar till ett insatsförsvar. Ett flexibelt insatsförsvar ska baseras på konceptet "nätverksbaserat försvar" (NBF). Detta ska öka effektiviteten i vår försvarsförmåga, underlätta internationellt samarbete samt ge ökade möjligheter till samordning inom totalförsvaret. Utvecklingen mot ett nätverksbaserat försvar innebär att Försvarmaktens förmågor kommer att knytas till olika tjänster, som definieras på taktisk nivå, exempelvis ledning, underrättelser, verkan, rörlighet, uthållighet och skydd. Kärnan i insatsförsvaret är behovssammansatta styrkor med förmåga att agera med högt tempo, hög operativ rörlighet och förmåga att hantera stora informationsmängder. Hög förmåga ska upprätthållas avseende underrättelse, informations- och ledningssystem för att möjliggöra ledningsöverläge vid olika konfliktnivåer. De mest vitala områdena för denna utveckling är information och lägesuppfattning, ledning och beslutsstöd samt förmåga till insats och verkan.

I underlaget för funktionsutvecklingen³ inom ledning och informationshantering framhålls vidare att manövertänkande bedöms få fortsatt stor betydelse och att konsekvenser av beslut och agerande kan få stor betydelse även utanför beslutsfattarens omedelbara ansvarsområde. Dessutom kommer kraven på den enskilde individen och dennes förmåga att ta initiativ att öka. Ledningsfilosofin ska präglas av initiativkraft, självständigt beslutsfattande, ansvarstagande och ömsesidigt förtroende mellan chefer och personal. Därför ska ledning på alla nivåer ofta och regelbundet kunna övas i att lösa Försvarmaktens samtliga uppgifter. De ledningsmetoder som utarbetas ska medge att Försvarmakten ska kunna genomföra integrerade operationer med de mest kvalificerade utländska förbanden i de högsta konfliktnivåerna.

Enligt det underlag inför försvarsbeslutet 2004 som ÖB överlämnat till regeringen kommer antalet förband 2014 att minska avsevärt. Detta innebär starka begränsningar när det gäller vår operativa förmåga. Det påverkar även i hög grad förmågan att skapa behovssammansatta förband och öva (högre) taktiska förband samt den operativa ledningsnivån annat än genom stabstjänstövningar.

Under åtminstone de närmaste tio åren torde den svenska Försvarmaktens huvudsakliga uppgift vara att tillsammans med andra länder främja fred och säkerhet utanför rikets gränser. Enligt regeringens planeringsdirektiv kommer Försvarmaktens självständiga operativa förmåga att i framtiden bli mycket begränsad. Det är först efter successiva beslut om återtagning som man ska kunna genomföra begränsade operationer med tillgängliga resurser. Förmågan att kunna genomföra större operationer ska kunna utvecklas på lång sikt efter allvarlig och långvarig säkerhetspolitisk försämring i vårt närområde. Försvarsberedningen framhåller dock förmågan att säkerställa den långsiktiga handlingsfriheten.

³ Underlag för funktionsutvecklingen inom funktionen ledning och informationshantering, ver 1.0 HKV 09 100:7493, 2003-09-30

En viktig fråga blir således vilken operativ förmåga Försvarsmakten behöver för att kunna delta med förband och bemanna staber i internationella operationer. Ett sätt att säkerställa detta är att Försvarsmakten bibehåller ledningsfunktioner för att utbilda och öva officerare som egentligen inte krävs för att lösa tilldelade uppgifter i grund- eller insatsorganisationen. Denna lösning ställer även krav på god högre utbildning och regelbundna stabstjänst- och försvarsmaktsövningar på operativ och högre taktisk nivå. Ett annat alternativ torde vara en ökning av antalet officerare tjänstgörande i utländska högre staber för att därigenom skaffa erfarenheter av större operationer. Det senare alternativet är ur många aspekter tilltalande. Det innebär att vi inte behöver bygga upp en kostsam fredsorganisation, och dessutom medför större krav på tjänstgöring utomlands sannolikt ökad professionalism och interoperabilitet. Det kan även betyda ökad internationell respekt för vår Försvarsmakt. Om vi inte kan delta i dessa typer av operationer kommer vår långsiktiga handlingsfrihet att sjunka avsevärt.

2.2 Hotbild

2.2.1 Global NBC-hotbild

Nedanstående beskrivning av NBC-hotbilden är baserad på FOI:s rådande, (september 2004), bedömning. Den aktuella NBC-hotbilden och bedömningen av dess förändring framöver är en viktig grund för att kunna skapa och kravställa ett NBC-ledningssystem. För det första ska NBC-ledningssystemet kunna användas för att leda NBC-verksamhet under internationella förhållanden och den då gällande NBC-hotbilden. För det andra ska NBC-ledningssystemet kunna användas för att öva ledning av NBC-verksamhet som enligt NBC-hotbilden är mer osannolik men som är nödvändig att kunna hantera, om en allvarlig incident av NBC-karaktär ändå skulle inträffa.

Kärnvapnen bibehåller en fortsatt central roll i den internationella säkerhetspolitiken. De stater som utvecklat kärnvapen hävdar att dessa utgör den yttersta garantin för deras säkerhet och nationella oberoende. Arsenalmässigt intar USA och Ryssland en särställning jämfört med de övriga kärnvapenmakterna. Rysslands och USA:s innehav av respektive ca 20000 och 10000 stridsspetsar kan jämföras med Kinas och Frankrikes innehav på knappt 500 stridsspetsar vardera och Storbritanniens på ett par hundra. Dessa fem utgör enligt det viktigaste kärnvapenfördraget, Icke-spridningsavtalet (NPT), de fem erkända kärnvapenmakterna eftersom de redan innehade kärnvapen vid fördragets tillkomst 1968. Övriga stater som med säkerhet utvecklat kärnvapen är Israel, Indien och Pakistan. Dessa stater har också avstått att ansluta sig till NPT. Det ska noteras att Israel inte har gjort några kända kärnvapentester eller officiellt erkänt sitt innehav. En kvarstående fråga är huruvida den fjärde staten utanför NPT, Nordkorea, utvecklat kärnvapen. Nordkorea anses ha tillräckligt med plutonium för en handfull kärnvapen och troligen också den teknologi som krävs för att färdigställa en laddningskonstruktion. Man har dessutom hotat med att en provsprängning kan vara nära förestående. Ytterligare någon stat kan sannolikt anses ha kärnvapenambition, även om det ännu är en bit kvar till detta mål. Vid den nyligen avslutade över synskonferensen för NPT i New York, vilka genomförs vart femte år, var oenigheten stor, och konferensen kunde inte enas om något slutdokument.

I och med tillkomsten av det fullständiga provstoppsavtalet (CTBT) 1996, som tre av de fem kärnvapenmakterna har ratificerat, har i stort sett alla kärnvapentester upphört. Bland de stater som skrivit på avtalet, men inte ratificerat detta, finns Israel, Kina och USA, samt Iran. Det kan noteras att Indien, Pakistan och Nordkorea inte skrivit på avtalet. De enda kärnvapentester som skett efter 1996 var de indiska och pakistanska testerna i maj 1998.

Frånvaron av tester innebär dock inte att kärnvapenutvecklingen avstannat i världen. USA driver ett forskningsprogram för att utveckla markpenetrerande kärnvapen, som USA tänker sig kunna använda mot bl.a. fabriker för tillverkning eller lagring av B- och C-vapen liggande i bunkrar djupt under marken. Denna vidareutveckling av de amerikanska kärnvapnen är problematisk av två anledningar. Utvecklingen är dels en *de facto* vidareutveckling av kärnvapen och bryter därmed mot andemeningen i de båda kärnvapenavtalen. Dessutom är kärnvapenexplosioner där sprängningen sker i kontakt med marken ett värsta-scenario, om man ser till den mängd av radioaktiva ämnen som sprids i närområdet.

Det politiska priset för användning av kärnvapen är idag mycket högt och en eventuell framtida statlig användning måste säkerligen anses som en absolut sista utväg när alla andra möjligheter uttömts. Å andra sidan är den säkerhetsmässiga risken med att använda kärnvapen mindre nu efter det kalla krigets slut, vilket manifesteras i att Ryssland kan tänka sig kärnvapeninsats i regionala konflikter i landets närområde, liksom USA:s ambition att utveckla markpenetrerande vapen som är användbara för mål i länder, som av USA anses ha tvivelaktiga avsikter. Man kan dessutom uttrycka oro över stabiliteten och utvecklingen i de icke-demokratiska stater som idag förfogar över kärnvapen, och vad eventuella maktförskjutningar i dessa länder skulle kunna leda till.

Utomstatliga aktörer anses inte ha förmåga att utveckla egna sofistikerade kärnvapen. Huruvida de skulle ha möjlighet att åstadkomma en primitiv kärnladdning beror huvudsakligen på tillgången av vapenuran på den svarta marknaden. Det finns idag inga tecken på att de kvantiteter som krävs är tillgängliga, men beslag som gjorts tyder på att små kvantiteter kärnvapenmaterial är utanför dagens kontrollmöjligheter. Värt att påpeka är att det enbart i Ryssland finns ca 600 ton fissilt material av vapenkvalitet som inte är monterat i stridspetsar eller liknande. Ett program för att ta om hand detta material pågår dock.

På senare tid har det rent operativa N-hotet förskjutits från kärnvapen mot frågor kring hotet från utbränt kärnbränsle, strålkällor och reaktorsäkerhet. Det handlar här om avsiktlig utspridning av radioaktiva ämnen, vilket skulle kunna ske genom sprängning (s k "smutsig" bomb) eller på annat sätt. De nya hoten (R-hot) är dock hanterbara på ett annat sätt än hotet från kärnvapen, och påminner mer om situationen när det gäller hoten från biologiska och kemiska vapen.

Intresset för, och därmed kunskapen om, radiologiska, biologiska och kemiska stridsmedel har ökat under det senaste decenniet, samtidigt som fokus har ändrats från statliga till icke-statliga aktörer. Sammantaget har händelser under de senaste åren bidragit till en ökad diskussion kring dessa frågor och ökat oron för att terrorister skulle kunna använda R-, B- eller C- stridsmedel för att i första hand skapa kaos och psykologisk terror. I den svenska hotbild som idag förknippas med R-, B- och C-stridsmedel diskuteras i första hand risken för att dessa ämnen skulle användas av kriminella individer eller terrorister främst mot utländska mål i Sverige. Risken för att stater skulle använda B- eller C-stridsmedel i mellanstatliga konflikter har tonats ner eftersom det finns ett flertal återhållande faktorer, bl.a. kemvapenkonventionen, CWC, och konventionen för biologiska vapen och toxinvapen, BTWC, på internationell nivå och att det politiska priset vid en avsiktlig användning skulle bli mycket högt. Invasionen av Irak, som en konsekvens av ett misstänkt innehav av både B- och C-vapen, har tydligt visat att brott mot de två konventionerna bestraffas hårt. En statlig användning av radiologiska vapen bedöms idag som utesluten.

Förutom nyhetsförmedling innebär den massmediala uppmärksamheten att faktakunskaper sprids till fler personer. Det är möjligt att sådan information kan utnyttjas av statliga eller

enskilda aktörer för att framställa nya B- och C-stridsmedel. Trots denna fara bör denna typ av risker bedömas ur ett realistiskt perspektiv där ”nyttan” vägs mot risken. Den teknikutveckling som avses här kommer inte i någon större grad att påverka hotet från terrorister eftersom den tekniskt avancerade teknologi, som finns i de vetenskapliga publikationerna, kräver en högre kunskaps- och utrustningsnivå än den som terrorister i allmänhet bedöms ha. Det är inte heller så troligt att medlemsstater till både CWC och BTWC och som har den erforderliga kompetensen, skulle riskera sin politiska trovärdighet genom att i strid med konventionerna ha utvecklingsprogram för nya typer av stridsmedel.

Utveckling och framställning av ett radiologiskt vapen kan å andra sidan göras med kunskaper på en betydligt lägre teknisk nivå. Med den omfattande produktion och hantering av radioaktivt material som förekommer idag torde det vara fullt möjligt att anskaffa tillräcklig mängd av sådant material för att vid en utspridning kunna orsaka panik och kaos inom ett begränsat område. För en icke-statlig aktör eller terrorist spelar troligen inte heller de strålningsrisker som är förknippade med arbetet någon större roll.

Utvecklingen inom de kemiska och biologiska teknikområdena är i vissa avseenden en viktig komponent i hotbilden. CWC tillåter utveckling av prestationsnedsättande ämnen och andra s.k. icke-letala vapen för exempelvis polisiärt bruk. Ämnen som alltså kan användas av stater men också vara tillgängliga för terrorister och andra enskilda aktörer.

Gamla lager av kemiska stridsmedel kan fortfarande ställa till problem, eftersom stora mängder finns kvar. Den kvantitativt största delen av befintliga kemiska stridsmedel är nervgaser, tätt följd av senapsgas. De två stora innehavarna, Ryssland och USA, har problem med att genomföra destruktionen inom den av CWC stipulerade tioårsperioden, dvs. före 2010. I de övriga stater som deklarerat innehav av kemiska stridsmedel pågår destruktionen, men det dröjer även här många år innan allt är förstört. Risken för att gamla C-vapen hamnar i orätta händer finns och en otillåten användning av stridsmedlen kan inte uteslutas.

Eftersom BTWC saknar verifikationsregim föreligger osäkerhet om inriktningen av ett flertal länders biologiska försvarsprogram. Trots att viljan att komma överens om att stärka konventionen genom ett verifikationsinstrument saknas, (förhandlingarna bröt samman 2001), så pågår en process som i huvudsak fokuserar på nationella åtgärder som fördragsstater har att vidta för att uppfylla sina åtaganden enligt konventionen. Den på sikt förbättrade beredskapen och skyddsförmågan på nationell nivå kommer att bidra till att en möjlig användare kanske väljer att avstå, eftersom priset blir för högt i förhållande till uppnådd effekt. Ett hot om användning av B-stridsmedel måste dock alltid tas på allvar, eftersom den psykologiska effekten är så stor.

Enligt NPT, CWC och BTWC har fördragsstaterna kommit överens om att underlätta ett så fullständigt utbyte som möjligt av utrustning, material samt vetenskaplig och teknologisk information inom respektive område, för användning i fredliga syften. Samtidigt finns inom alla tre områdena exportkontrollregimer, som arbetar med att förhindra spridning av NBC-relaterad materiel och utrustning genom att samarbeta och dela information om exportlicensfrågor och tullärenden. Det mesta av det som kontrolleras har civila användningsområden, men är produkter som kan användas i vapenprogram, s.k. produkter med dubbel användning. Idag finns en tydlig tendens att flera problemländer, vissa är fördragsstater, skaffar sig en högre grad av självförsörjning för civila behov. Ökad självförsörjning leder till misstankar om att viss offensiv förmåga förvärvas. Mobiliseringskapacitet gömd i civil industri kan vara tillräckligt för att en stat ska anses inneha eller i förekommande fall

behålla sin kapacitet att tillverka både N-, B- och C-vapen under förutsättning att kompetens om offensiv verksamhet finns.

De stora satsningarna på kontraterrorism och de tekniska genombrotten bidrar till utvecklingen av ett mycket förbättrat skydd mot biologiska och kemiska stridsmedel. Nya system för snabb påvisning genom indikering/detektion och nya "smarta material" för kroppsskydd är under utveckling. Dessutom pågår vaccinutveckling för ett flertal B-stridsmedel. Forskningen är även inriktad mot att finna komplement till dagens motmedelsbehandling vid nervgasexponering. Denna utveckling är viktig inte minst för att kunna minska konsekvenserna efter en exponering men den bidrar också till att minska risken för att en aktör väljer att använda B- eller C-ämnena för att orsaka skada. Det ska inte "löna sig" att tillgripa dessa vapen, varken ur ett politiskt perspektiv eller ur ett effektperspektiv. Samtidigt bidrar USA:s omfattande satsning på försvarsforskning inom B- och C-områdena till att den kritiska kunskapen och tekniken ökar. Fler personer omfattas av verksamheten och därmed ökar risken för att kunskap och teknik hamnar i orätta händer.

2.2.2 NBC-hotbild mot Sverige och insatspersonal

Det finns idag inget som tyder på att Sverige skulle utsättas för ett militärt väpnat angrepp från en annan stat. Detta innebär att det inte heller föreligger någon risk för storskaliga insatser av kärnvapen eller biologiska och kemiska vapen mot svenskt territorium inom överskådlig tid. Försvarsmaktens ökade internationella engagemang medför att svensk insatspersonal kan komma att verka i områden där kärnvapenhotet är litet, men reellt.

Det hot om avsiktlig användning som idag föreligger mot Sverige inom de radiologiska, biologiska och kemiska områdena kommer huvudsakligen från terrorister och kriminella. Risken för att i första hand radioaktiva ämnen och C-ämnena, dvs. både traditionella C-stridsmedel och andra kemikalier, skulle kunna användas i Sverige av sådana grupper kan inte uteslutas. Vid vistelse i andra länder, där risken för terrorhändelser är högre än i Sverige, blir R- och C-hotet större.

Risken för att terrorister eller kriminella avsiktligt använder smittämnen bedöms vara lägre än för R- och C-ämnena, både nationellt och internationellt. Anledning till detta är att det i de flesta fall bedöms svårare att tillverka tillräcklig mängd smittämne, risken för användaren är större, effekten är inte omedelbar och många gånger inte heller förutsägbar.

Den ökade ambitionen när det gäller deltagande i internationella operationer innebär också att Försvarsmakten utsätts för andra hot än de som finns vid militärt agerande eller annan krishantering i Sverige. Exponering för ett annat panorama av sjukdomar än det i Sverige är uppenbart. Risken för att exponeras för radioaktiva ämnen eller industrikemikalier i samband med olyckor och från kontaminerade miljöer är betydande, speciellt i områden där infrastrukturen är förstörd. Kemikalietransporter, kemisk industri och kemiska lager som skadas avsiktligt eller genom olyckshändelser är realistiska exempel på "Release other than attack" (ROTA). Patrullering i industriområden har under flera tidigare missioner i olika länder visat sig vara nödvändig. Dessa anläggningar utgör ett hot med okända, omärkta och dåligt förvarade kemikalier, som svensk personal kan behöva omhänderta och/eller destruera.

2.3 Försvarsmaktens mål för utvecklingen av NBC-skyddsfunktionen

Funktionsutvecklingsplanen (FUP) för NBC-området ligger till grund för utvecklingen av NBC-skyddet inom Försvarsmakten. En översyn av FUP NBC-skydd⁴ har genomförts med beskrivning av delmål för 2008 och inriktning för 2014. Här sammanfattas grundvärden från de inledande avsnitten i FUP NBC-skydd ("Sammanfattning" och "Inledning"). Förmågeperspektivet⁵, som utgör utgångspunkten för FUP NBC-skydd, kompletterar på ett bra sätt det verksamhets- och ledningsperspektiv som utgör basen i föreliggande rapport.

Försvarsmakten genomför en ominriktning mot ett nätverksbaserat, flexibelt insatsförsvar, där internationell verksamhet och lägre förlusttoleranser är viktiga komponenter. För att möta de nya uppgifter som Försvarsmakten ålagts inom ramen för väpnad strid, måste ett mot hotbilden anpassningsbart NBC-skydd utvecklas för att NBC-händelser ska kunna hanteras, såväl nationellt som internationellt, i syfte att säkerställa förbandens förmåga att lösa ställda uppgifter med minimal påverkan på stridsförmågan. Detta förutsätter att insatsförbanden har ett betydligt högre grundskydd för att kunna möta oförutsedda NBC-händelser, utan att specifika NBC-skyddsresurser behöver tillföras.

Skyddet mot NBC-händelser måste dessutom anpassas mot en mer mångfacetterad och ständigt föränderlig hotbild. Fokus har gått från det konventionella hotet mot ökade risker för terroristangrepp, kriminella aktiviteter och oförutsedda händelser.

I FUP NBC-skydd framgår det att kraven på moderna insatsförband har förändrats till att dessa ska kunna verka inom, eller i närheten av, kontaminerade områden, samt att de ska kunna hantera NBC-hot och NBC-händelser med ingen eller minimal påverkan på stridsförmågan, även över tiden, såväl nationellt som internationellt. Detta kräver en väl utvecklad grundförmåga i Ledning och Informationshantering som ger tidig förvarning med en klar bild av aktuellt NBC-hot.

FUP NBC-skydd understryker bl.a. att basen för NBC-skyddet ska bestå av individuellt grundskydd och förbandsspecifikt skydd. Vid behov ska insatsförbandens NBC-skydd kunna kompletteras med Försvarsmaktsgemensamma operativa tilläggsresurser ur NBC-kompani eller motsvarande. Konceptet ska bygga på att skapa en förmåga för insatsförbanden att möta såväl förutsedda som oförutsedda NBC-händelser.

Vidare betonas att vid utvecklingen av inter-⁶ och intraoperabilitet⁷ måste, förutom att möta NATO-standard, också hänsyn tas till förmågan att samverka och samordna NBC-skyddsresurserna med nationella civila myndigheter. Förutsättningen för detta är framför allt en gemensam grundsyn kring hotbilden.

I FUP NBC-skydd beskrivs hur förmågan att kunna **Hantera NBC-hot** över tiden och **Verka under/efter NBC-händelser** ställer krav på en välutvecklad **Ledning** och **Informa-**

⁴ Försvarsmaktens Funktionsutvecklingsplan NBC-skydd, Utgåva 1.0 2004. FM 06200:60506

⁵ Förmåga innebär att ha erforderlig metod, struktur, kompetens och tekniska system för att kunna lösa en given uppgift under vissa givna betingelser.

⁶ Förmåga till internationell samverkan

⁷ Förmåga till nationell samverkan

tionshantering. Tidig förvarning med en klar bild av aktuellt NBC-hot är en förutsättning för att detta ska kunna uppnås, där:

- Utvecklingen inom ramen för **Informationshantering** och **Ledning** ska leda till att insatsförbanden ska vara utrustade med NBC-beslutsstöds- och rapporteringssystem samt automatiska övervakningssystem för N- och C-ämnen där överföring av sensordata ska kunna ske i realtid. Utvecklingen ska också gå mot nyttjande av obemannade farkoster för indikering, identifiering, rekognosering och kartläggning. Förmågan till indikering, identifiering av N-, B- och C-ämnen ska finnas på samtliga insatsförband och förmågan till verifiering av N-, B- och C-ämnen ska finnas tillgänglig för samtliga insatsförband.
- För att **Hantera NBC-hot** måste utvecklingen fram till 2014 leda mot att samtliga insatsförband bl.a. är försedda med kollektivt skydd samt har tillgång till NBC-skyddsdräkter med minimal påverkan på stridsförmågan. Fysiskt skydd ska ha en utvecklad förmåga av integrerade fysiska barriärer mot kontaminering, som kräver ingen eller ett minimum av sanering. Förmågan att aktivt kunna eliminera eller reducera NBC-hot genom exempelvis oskadliggörande av NBC-aktör, NBC-bärare, eller NBC-källa ska utvecklas.
- För att kunna **Verka under/efter NBC-händelser** krävs fortsatt utveckling av förmågan till bl.a. återställning efter kontaminering där fastställande av vad som ska kasseras, ersättas eller saneras måste genomföras. Vidare ska saneringsmedel mot N-, B-, och C-ämnen, som inte skadar människor och miljö, som är lätta att använda, samt är effektiva i samtliga klimatzoner utvecklas.

För att uppfylla de krav som ställs på Försvarsmakten har NBC-skyddets behov fastställts att omfatta huvudförmågorna informationshantering, ledning, hantering av NBC-hot samt verkan under och efter en NBC-händelse.

Fortsatt forskning inom NBC-området är grunden för att kunna möta den beskrivna hotbilden. Samtidigt är det viktigt att den process som leder till kompetensuppbyggnad och underhåll av existerande expertkompetens, i fortsättningen säkerställs, och att forskningsresultat och kunskap som framkommit sprids på ett sådant sätt att utvecklingsprocessen stöds.

2.4 Syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet

Med utgångspunkt i de styrande dokument som beskrivits ovan; "Försvarsmaktens uppgifter och målbild", "Försvarsmaktens mål för utvecklingen av NBC-skyddsfunktionen" samt FOI:s "Globala och nationella NBC-hotbild", skapades för projektets räkning en sammanvägd bild av syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet. Denna målbild har sedan utgjort grunden för arbetet med verksamhetsbeskrivningen, dvs. att identifiera huvud- och delprocesser, de resultat de levererar och behovet av resurser för att genomföra verksamheten.

2.4.1 Målbild för NBC-skyddsfunktionens verksamhet

Försvarsmaktens huvuduppgifter omfattar väpnad strid, att medverka i fredsfrämjande insatser, samt att bistå andra myndigheter vid terrorismbekämpning och andra svåra påfrestningar på samhället. Det innebär att Försvarsmakten måste ha en förmåga att kunna

lösa uppgifter under olika förutsättningar och i en mängd olika miljöer, t.ex. efter en NBC-händelse, och i kontaminerade områden.

Huvuduppgiften för NBC-skyddsfunktionen är att möjliggöra för Försvarsmakten att genomföra sina huvuduppgifter, i NBC-miljö eller vid hot om avsiktlig användning av NBC-stridsmedel, så att förmåga och maximal handlingsfrihet bibehålls.

För att uppnå sitt syfte måste NBC-skyddsfunktionen kunna tillhandahålla tjänster både för att förebygga NBC-händelser och för att hantera NBC-händelser när de inträffat. Med NBC-händelser avses N-, B- och C-terrorism, N- och C-olyckor och epidemier samt angrepp med N-, B- och C-vapen under olika betingelser dvs. allt från svåra påfrestningar på samhället, till fredsbevarande eller fredsframtvungade uppdrag eller fullskaligt krig.

När Försvarsmakten i större utsträckning fokuserar på internationella uppgifter ökar det reella NBC-hotet för svensk militär personal. Riskerna ökar i och med att svensk personal oftare opererar i områden där det föreligger hot i form av exempelvis kärnvapen användning samt risk för användning av radiologiskt skrot och "smutsiga bomber" i terrorysyfte. Därtill blir också risken för att Försvarsmaktens personal utsätts för någon typ av smittämne (i första hand naturlig smitta men även avsiktlig exponering) tydlig. Detsamma gäller även risken för exponering för många olika typer av kemiska ämnen.

Detta medför att NBC-skyddsfunktionen får en viktigare roll inom Försvarsmakten än tidigare, och det ställer krav på personal med en hög kompetens inom området. En tillfredsställande kompetensnivå inom organisationen, avseende NBC-området, kan endast uppnås genom mer utbildning och mycket övning i att hantera olika tänkbara NBC-händelser.

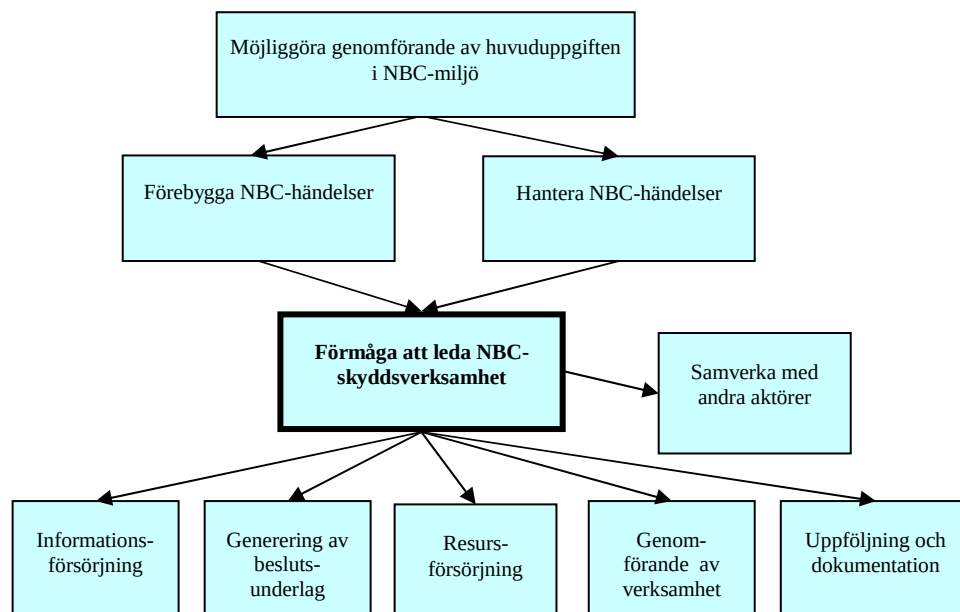
I Försvarsmaktens funktionsutvecklingsplan NBC-skydd utpekas fyra huvudförmågor som NBC-skyddsfunktionen måste klara på ett effektivt sätt för att uppfylla de krav som Försvarsmaktens uppgifter ställer:

1. Ledning
2. Informationshantering
3. Hantering av NBC-hot
4. Verka under och efter en NBC-händelse

I projektet "Demo NBC-ledningssystem, etapp 1" har vi valt att kalla de två sista huvudförmågorna för förmåga att **"Förebygga NBC-händelser"** och **"Hantera NBC-händelser"**. Funktionen NBC-skydd ska dessutom kunna **"Leda NBC-skyddsverksamhet"**, vilket även innebär samverkan med andra aktörer, både nationellt och internationellt.

Syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet illustreras i figur 2,1, där det framgår att förmågan att leda NBC-skyddsverksamhet är central för att de båda huvudmålen "Förebygga NBC-händelser" och "Hantera NBC-händelser" ska kunna uppnås. Vidare krävs en effektiv försörjning med relevant information, väl underbyggda beslutsunderlag, metoder för genomförande, kontroll över tillgängliga resurser, dokumentation och möjlighet att följa upp pågående verksamhet samt kanaler för samverkan med andra aktörer för att verksamhetsmålen ska kunna uppnås.

Tillgång till ett effektivt och säkert ledningssystem, som förser beslutsfattarna med information, beslutsunderlag och resursläge, som stöd för beslutsfattande och ledning av genomförandet av uppdrag är en förutsättning för detta.

Syfte:HuvudmålKräverVilket i sin tur kräver

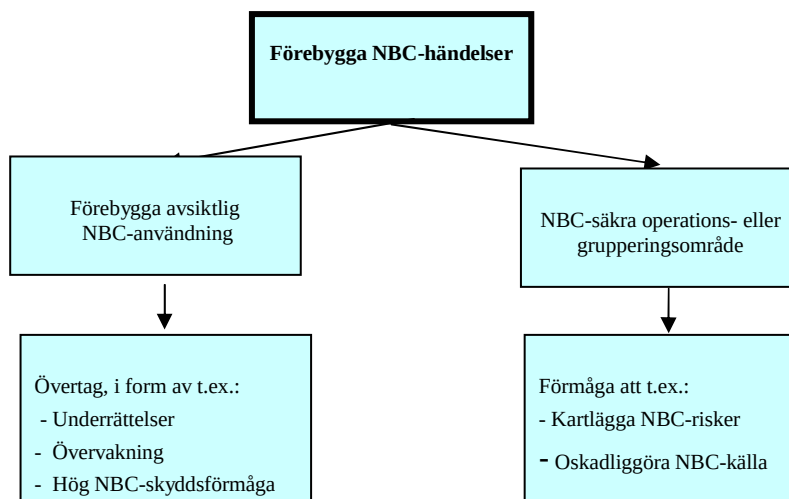
Figur 2.1. Syfte och mål för NBC-skyddsverksamheten

Huvudmål: Förebygga NBC-händelser

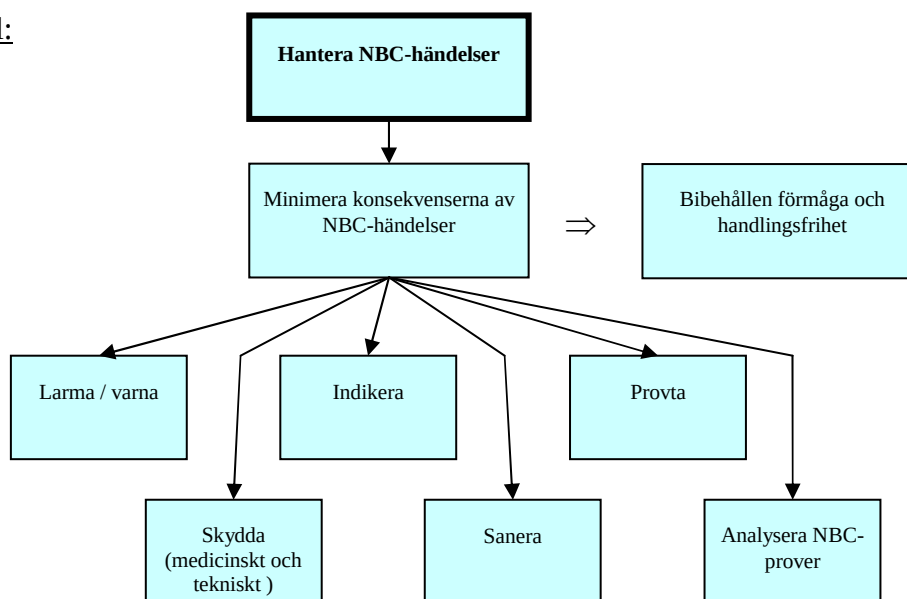
Huvudmålet att förebygga NBC-händelser beskrivs i figur 2.2. Förmågan att förebygga NBC-händelser innebär att förebygga avsiktlig användning av NBC-stridsmedel, både av statliga och icke-statliga aktörer.

För att kunna förebygga avsiktlig NBC-användning på ett effektivt sätt krävs tillgång till aktuell information i form av underrättelser och annan typ av NBC-information. Dessutom krävs att det aktuella området övervakas kontinuerligt, med bl.a. sensorer för NBC-ämnen, för att snabbt få indikation om en förändring sker. Insatsförbanden ska ha en relevant NBC-skyddsförmåga vilket kan garanteras genom att ledningssystemet tillhandahåller stöd för resursförsörjning där information om skyddsmateriel dess status och prestanda kan erhållas.

Förmågan att förebygga NBC-händelser innebär också att kunna NBC-säkra ett operations- eller grupperingsområde eller bevaka ett större arrangemang (genom att t.ex. kartlägga ROTA-objekt). Det ställer krav på en förmåga att kunna kartlägga NBC-risker vilket t.ex. kräver att prognoser av NBC-förlopp och riskbedömning av eventuell NBC-händelse ska kunna göras. Det är också viktigt att ha en operativ förmåga att oskadliggöra funna NBC-källor. Det kan t.ex. vara att avlägsna en tank med industrikemikalier från ett område där Försvarsmakten behöver verka.

Huvudmål:Innebär:Kräver**Figur 2.2.** Förmåga att förebygga NBC-händelser**Huvudmål: Hantera NBC-händelser**

Huvudmålet att hantera NBC-händelser beskrivs i figur 2.3. Att hantera NBC-händelser innebär att minimera konsekvenserna efter en NBC-händelse så att personella och materiella resurser i så stor utsträckning som möjligt kan hållas intakta. I figuren anges också en del av kraven på förmågor som ställs på NBC-skyddsfunktionen för att detta huvudmål ska kunna uppnås. Vid en NBC-händelse måste berörd personal varnas samt ha förmåga att skydda sig. Det görs t.ex. genom att sensorer och instrument finns i ledningssystemets nätverk och kan ge en tidig och snabb varning om att en NBC-händelse inträffat. Den förändrade NBC-lägesbilden måste uppdateras genom kontinuerlig övervakning av området och kontaminerade personer och materiel måste kunna saneras. Ibland kan NBC-ämnet inte identifieras på plats utan ett prov måste tas för identifiering/analys på laboratorium. I ledningssystemet finns tjänster som stödjer alla dessa förmågor. Några exempel kan vara tjänsterna indikering och NBC-övervakning.

Huvudmål:Innebär:Kräver förmåga att**Figur 2.3.** Förmåga att hantera NBC-händelser

3 Verksamhetsbeskrivning

Uppgiften för projektet "Demo NBC-ledningssystem, etapp 1" är att, utifrån gällande grundvärden, beskriva behovet av ett NBC-ledningssystem och identifiera kraven på ett sådant. Med utgångspunkt från "Syfte och mål för NBC-skyddsfunktionens verksamhet" (avsnitt 2.4) har behov för att leda och genomföra verksamheten identifierats genom att NBC-skyddsverksamheten analyserats och beskrivits. Behoven har beskrivits i form av ett antal tjänster, som klassats som lednings-, omvärlds- eller verkanstjänster enligt den tjänstedefinition som utarbetats inom FMV.

De samlade "NBC-tjänsterna" ramar in vad NBC-skyddsverksamheten ska klara av på ett mer konkret sätt än målbilderna förmår och har använts som underlag dels för att identifiera vilka processer som behövs för att producera tjänsterna, dels för att värdera vilka processer som tillför mest värde i verksamheten.

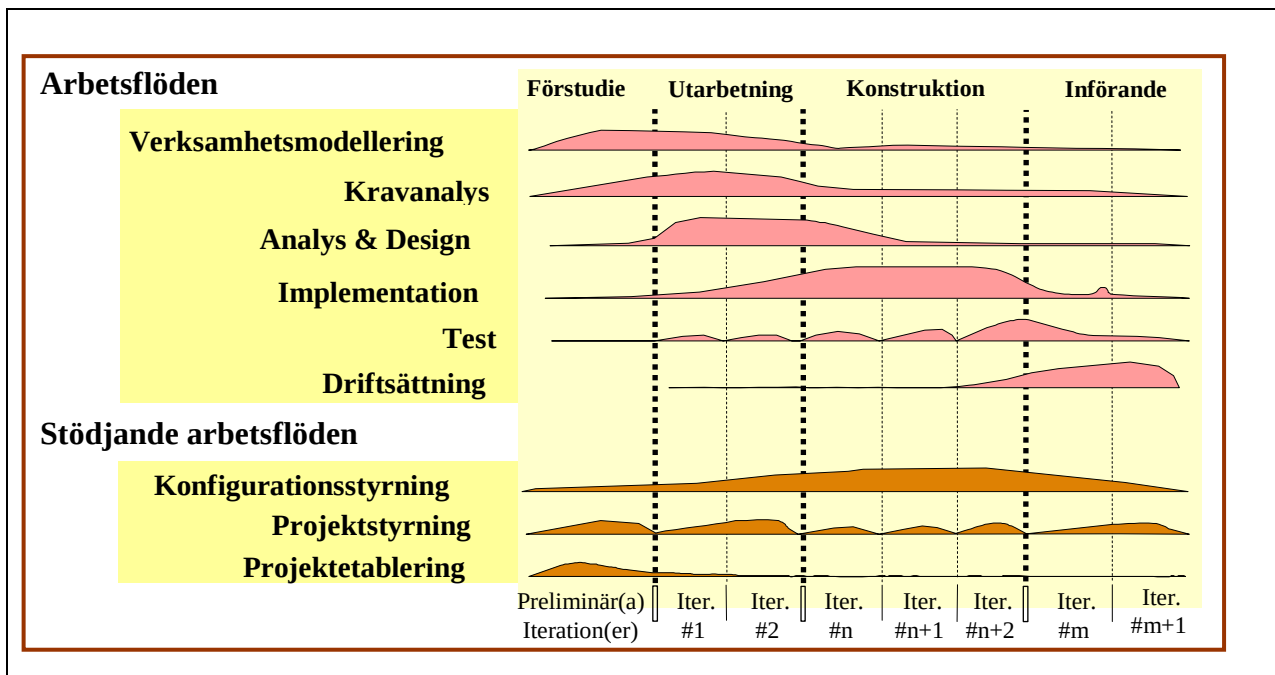
Hur de identifierade tjänsterna realiserats i verksamheten beskrivs i form av ett antal processer, som finns samlade i ett antal processkartor. Utifrån processkartorna har de resurser som krävs för att genomföra verksamheten identifierats och beskrivits i detalj, här ingår även resurser i form av kompetens. De resursbehov som tagits fram på detta sätt är basen för att specificera den funktionalitet som krävs i ledningsstödet. Med ledningsstöd avses här både verksamhetsrelaterade behov som metoder, information, personal och materiel, samt behov av IT-stöd (teknik).

Användarnas medverkan är central vid utveckling av ledningssystem och det är viktigt att de är med under hela utvecklingsarbetet samt att de har god kompetens inom NBC-området. Aktiv användarmedverkan under utvecklingen har skapat förutsättningar för att rätt behov identifieras. Acceptansen för det färdiga systemet blir också större och införandet förenklas om användarmedverkan garanteras under utvecklingsarbetet. Sammansättningen av arbetsgruppen har dessutom gjorts så att en bred täckning med olika specialistkompetenser inom N-, B- och C-områdena, ledningssystemteknik, systemutveckling, samt människa-systeminteraktionsaspekter, har erhållits.

3.1 Arbetsmetod

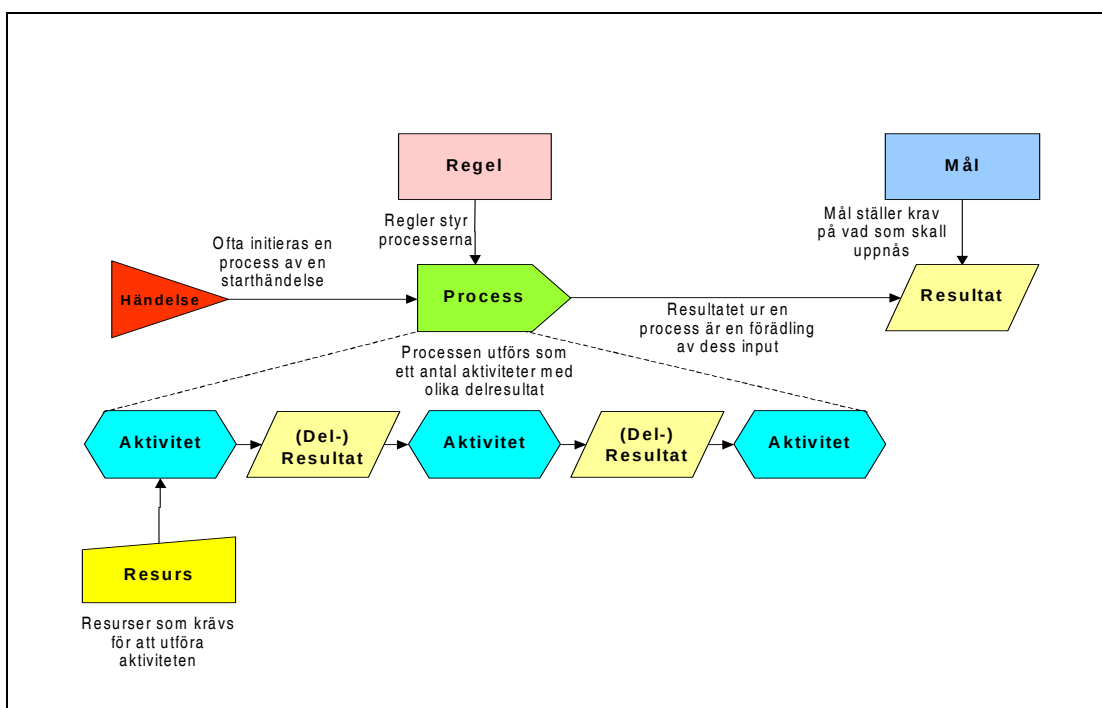
Vid all utveckling behövs ett strukturerat arbetssätt. Det behövs en metod (tillvägagångssätt - hur ska det göras), en process (formell arbetsgång - vem gör vad och i vilken ordning) samt en notation (ett formellt uttryckssätt - hur ser resultatet ut). En utvecklingsprocess består av ett flertal olika arbetsflöden och för att beskriva vårt arbetssätt kan vi utgå från RUP (Rational Unified Process) som är en vedertagen utvecklingsprocess. RUP använder sig av UML (Unified Modeling Language) som notation. I figur 3.1 nedan återfinns RUPs olika arbetsflöden och ett antal stödjande arbetsflöden.

Figuren visar att olika mycket arbete läggs ner på de olika flödena beroende på var i utvecklingsarbetet man befinner sig. I början läggs mycket tid på verksamhetsmodellering och en mindre del tid på kravanalys. Det arbete som görs i de inledande faserna har stor betydelse för utvecklingsarbetet samt minimerar risken för att dyra korrigeringar måste göras sent under utvecklingsarbetet. RUP är uppbyggd av utbytbara komponenter vilket betyder att det går att använda en annan notation och/eller metod. RUP kräver alltså inte att UML används som notation.



Figur 3.1 RUPs olika arbetsflöden och stödjande arbetsflöden

Generic Integration ABs metod för verksamhetsmodellering, GEMET, som bygger på Astrakan och IRM (båda erkända metoder inom detta område) och principiellt liknar verksamhetsmodellering enligt RUP har använts i projektet. GEMET har använts för att beskriva verksamheten, med hjälp av tjänster och processer, för notation se figur 3.2. UML har använts för att visa informationsflödet som uppstår mellan aktörer i en process med hjälp av sekvensdiagram.



Figur 3.2 Notation enligt GEMET

Syftet med verksamhetsmodellering är att beskriva den verksamhet som det framtida ledningssystemet ska fungera i. I det här projektet är verksamheten fångad i en Processkarta (hur utförs verksamheten) och Tjänstebok (vad kan verksamheten leverera). Syftet med kravanalysen är att fånga, definiera och beskriva kraven på systemet. Projektet har tagit fram en behovsspecifikation som på ett övergripande sätt beskriver behoven av ett IT-stöd inom NBC-skyddsfunktionen. Dessa behov bör bearbetas vidare i etapp 2 för att nå en mer detaljerad kravnivå.

3.1.1 Arbetsgång

Metodiken för att ta fram verksamhetsbeskrivningen inleddes med strukturerad brainstorming för att stimulera kreativitet och frispråkighet. När den övergripande strukturen för verksamhetsbeskrivningen lagts, bedrevs arbetet i mindre grupper där deluppgifter bearbetades och förbereddes för förankring och accepterande av hela gruppen. På så sätt har effektiviteten i arbetet och resultatproduktionen kunnat hållas på en hög nivå, samtidigt som gruppen har kunnat behålla överblicken över helheten.

Med utgångspunkt från Försvarmaktens FUP NBC-skydd, kapitel 2.3, har Försvarmaktens behov av tjänster inom NBC-verksamheten identifierats. Detta arbete utfördes till en början genom brainstorming, där alla tänkbara tjänster som produceras inom NBC-funktionen identifierades, men också ett antal tjänster som NBC-funktionen behöver konsumera från andra funktioner för att kunna producera sina egna. De identifierade tjänsterna har sedan specificerats med allt högre detaljeringsgrad genom arbete i mindre arbetsgrupper.

För att kunna veta hur de identifierade tjänsterna ska kunna realiseras har verksamheten beskrivits med hjälp av processer. Den största delen av arbetet med verksamhetsanalysen har varit att identifiera, specificera och standardisera dessa processer och att beskriva dem så logiskt som möjligt. Resultatet är en tämligen komplett processkarta för hela NBC-skyddsverksamheten.

Utifrån processkartorna för alla huvud- och delprocesser, som består av aktiviteter och resultat, har detaljeringsgraden ökat genom att innehållet i både aktiviteter och resultat beskrivits på ett entydigt och detaljerat sätt. Ett stort antal resurser, speciellt sådana som ställer krav på ett ledningsstödssystem, och som krävs för att genomföra dessa aktiviteter och åstadkomma de beskrivna resultaten, har identifierats och beskrivits i detalj. Även krav på kompetens inom olika aktiviteter har identifierats.

De resursbehov som tagits fram utgör basen för att specificera den funktionalitet som krävs i ledningsstödet för NBC-skyddsverksamheten. För att skapa mer underlag för att specificera behoven gjordes en alternativ skärning av alla aktivitetsflöden med hjälp av sekvensdiagram. Ett sekvensdiagram används för att visa hur aktörer i en process interagerar med varandra. Dessa aktörer kan vara både människor och system och interaktionen mellan aktörerna betraktas som meddelanden som skickas mellan dem.

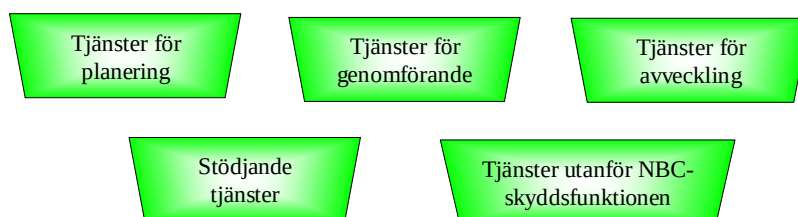
Verksamhetsbeskrivningen har dokumenterats i verktyget QualiWare. Verktyget stödjer notation enligt GEMET och UML. Detta ger således möjlighet att beskriva användningsfall och sekvensdiagram (UML) kopplat till verksamhetsmodellen (GEMET). QualiWare erbjuder även funktioner för utgåvehantering och publicering av resultat i exempelvis HTML-format.

Mer detaljerade beskrivningar av Tjänster, Processkarta och Sekvensdiagram ges i de följande avsnitten. På bifogad CD-skiva bilaga 3.1 återfinns hela resultatet presenterat i HTML-format.

3.2 Tjänster – erbjudet verksamhetsstöd

Tjänstebegreppet har använts för att beskriva Försvarmaktens behov av NBC- skydds-verksamhet, dvs. de resultat som NBC-verksamheten måste kunna producera för att uppfylla målbilden. Dessa resultat har beskrivits till innehåll och karaktär och paketerats som tjänster. I samband med att NBC-verksamhetens tjänster identifierats och beskrivits, har krav på resultat som måste finnas tillgängliga från andra verksamheter identifierats, både inom och utanför Försvarmakten. Behovet av dessa "externa" tjänster har dock inte analyserats på djupet, dels för att det inte framgår (och inte ska framgå) exakt vad som behövs för att skapa en sådan tjänst, dels för att fokus ska läggas på de externa tjänster som krävs för ledningsstödet och inte allmänt för NBC-skyddsfunktionens verksamhet.

Figur 3.3 nedan visar att tjänsterna delats in i verksamhetsfaserna planering, genomförande och avveckling. Faserna beskrivs närmare i kapitel 4. Ett antal tjänster kan förekomma i flera av faserna, dessa återfinns i "Stödjande tjänster". De tjänster som konsumeras av NBC-skyddsfunktionen men produceras utanför denna är samlade i "Tjänster utanför NBC-skyddsfunktionen".

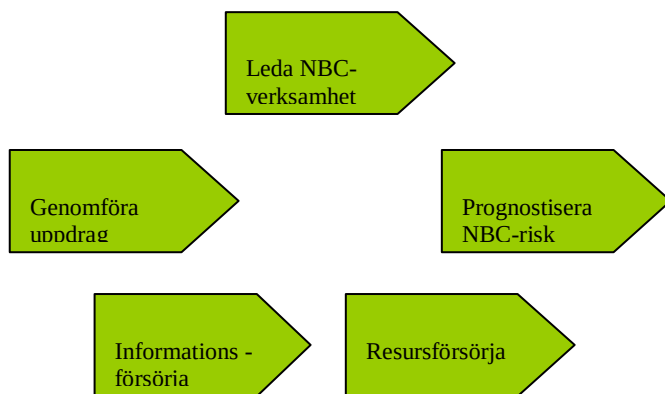


Figur 3.3 Uppdelning av tjänster i kategorier

Tjänsterna har beskrivits till sitt innehåll enligt den tjänstedefinition som utarbetats inom FMV.

3.3 Processkarta - verksamhetsbeskrivning

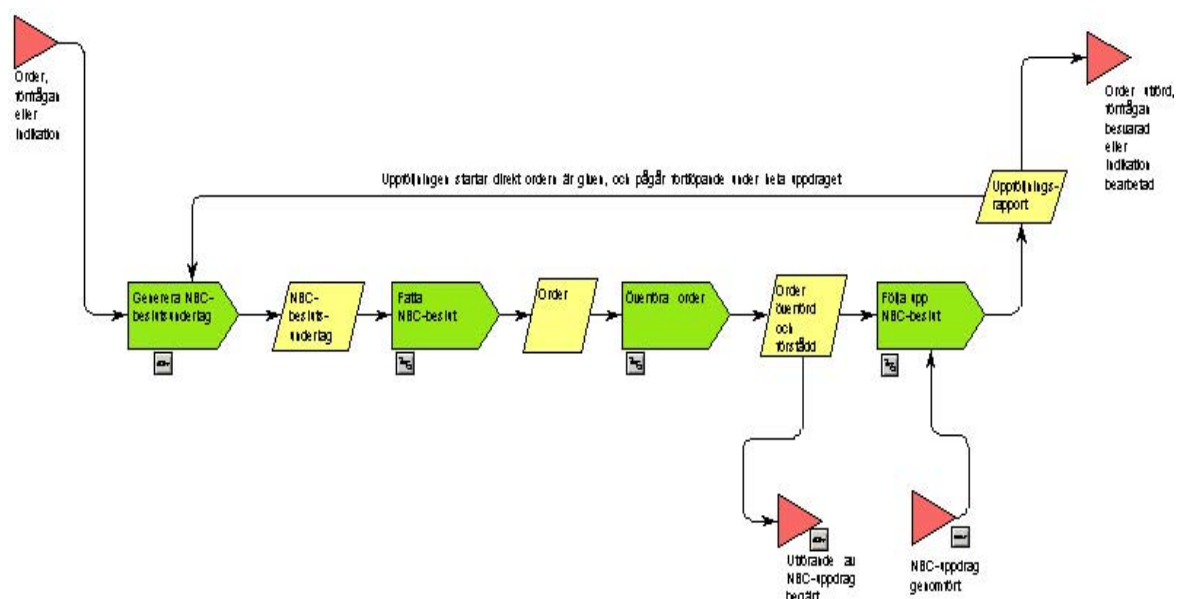
Processkartan beskriver i stort hela NBC-skyddsfunktionens verksamhet, nedbrutet i delprocesser, aktiviteter och resultat. Fokus har varit att identifiera resursbehov på aktivitetsnivå, det är sedan dessa resurser som ligger till grund för "Behovsspecifikationen" eller användarkraven på ledningssystemet, sett från NBC-skyddsverksamheten.



Figur 3.4 Processkarta på högsta nivå i fem huvudprocesser

3.3.1 Leda NBC-verksamhet

Huvudprocessen "Leda NBC-verksamhet" beskrivs i figur 3.5 och i figur 3.6 beskrivs hela Försvarsmaktens Ledprocess.



Figur 3.5 Huvudprocessen Leda NBC-verksamhet

Figur 3.6 Försvarsmaktens Ledaprocess. Figuren visar här på ett mycket förenklat sätt förhållandet och beroendet mellan processen Leda på en högre nivå och NBC-funktionen. Alla beroenden och kommunikationer däremellan kan inte illustreras i bilden utan förklaras närmare här. Bilden gör inte heller anspråk på att vara en fullständig processkarta.

NBC-funktionens huvuduppgift är att rationellt, effektivt och i nära realtid stödja ledningsprocesser på olika nivåer. Detta görs genom att lämna/redovisa underlag samt att granska och lämna funktionssynpunkter på i ledningsprocessen framtaget underlag. I figur 3.6 är detta illustrerat i grått.

Starthändelse i Leda-processen förutsätts vara att ett nytt uppdrag tilldelats eller att utvecklingen av ett pågående uppdrag kräver en mera omfattande omplanering. Nedan beskrivs kortfattat den generella Leda-processens huvudmoment och kopplat till dessa de krav som ställs på NBC-funktionen.

Steg 1: Analys av uppdrag

- Mål, Syfte, Förväntat resultat
- Var?
- Tidsförhållanden: När? Hur länge? När klart?
- Handlingsregler
- Restriktioner

Uppdragets innebörd ur NBC-synpunkt klarläggs. För en internationell insats kan exempelvis en befintlig landanalys behöva uppdateras.

Steg 2: Framtagning av grundvärden

- Våra resurser
- Fiendens resurser
- Andra aktörers resurser
- Terräng
- Väder
- Ljusförhållanden

Egna förbands NBC-skydd och utbildningsnivå klarläggs. Fiendens/andra aktörers NBC-resurser/kapacitet klarläggs (med stöd av underrättelsefunktionen). ROTA-objekt inom insatsområdet inventeras. Övriga miljöbetingelser som kan påverka egna förband definieras. Terrängförhållanden och väderförhållanden som har betydelse för fiendens möjligheter att använda NBC-stridsmedel belyses. NBC-hotet beskrivs översiktligt och sammanfattas i termer Inget NBC-hot -- Mycket högt NBC-hot.

Steg 3: Generering av egna handlingsmöjligheter

Med analys av uppdrag och framtagna grundvärden som grund listas möjliga sätt att agera. Informationen som beskriver NBC-hotet överarbetas (fördjupad analys). Denna tillsammans med framtagna grundvärden används som grund för att beskriva hur de egna handlingsmöjligheterna påverkas ur NBC-synpunkt.

Steg 4: Generering av fiendens handlingsmöjligheter

Underrättelsefunktionen genererar de handlingsalternativ som fienden och andra aktörer kan komma att sätta i verket. Underrättelsefunktionen samverkar med NBC-skyddsfunktionen för att få fram så detaljerat som möjligt, i tid och rum, hur NBC-användningen påverkar fiendens/andra aktörers handlingsmöjligheter.

Steg 5: Alternativframtagning

Ett antal möjliga sätt att lösa uppdraget sammanställs. Dessa formuleras som definierade och åtskiljbara alternativ.

Steg 6: Alternativgranskning

Alternativen jämförs med avseende på:

- Måluppfyllelse
- Styrka
- Svagheter
- Risker

Alternativen granskas av NBC-funktionen som redovisar de risker och konsekvenser som kan uppkomma i de olika alternativen. Funktionen ska kunna rangordna eller förorda alternativ ur NBC-synpunkt.

Steg 7: Beslut i stort (BIS)

Med de redovisade alternativen som grund fattar chefen ett beslut i stort. BIS ska beskriva hur uppdraget ska lösas i stora drag samt redovisa viktigare prioriteringar över tiden och omfattar dels en måldel och dels en genomförandedel.

Beslut i stort utgör grunden för den funktionsvisa fördjupade planeringen. Inom NBC-funktionen ska då innebörd ur NBC-synpunkt tas fram: Vilka operativa/taktiska krav ställer BIS på NBC-funktionen? NBC-hot i olika skeden klaras ut samt vilka krav på skydd detta medför samt behov av prioriteringar över tiden för att säkerställa att uppgiften kan lösas med ett adekvat NBC-skydd.

Steg 8: Delgivning till direkt underställd chef, DUC

För att kunna erhålla en effektiv planeringsprocess delges parallellt DUC underlag för analys, bedömning och planering på sin nivå.

Steg 9: Preliminär plan utarbetas

Omfattning:

- Preliminära uppgifter till DUC
- Inriktning av berörda funktioner

I denna fas av planeringen ska NBC-funktionens mål och prioriteringar utformas. Detta görs för de skeden som genomförandet är indelat i. Inriktningen ska översiktligt beskriva hur de ställda kraven i BIS ska realiseras hos NBC-funktionen. Exempel på inriktning: NBC-funktionen ska i första hand stödja Förbandet X med NBC-insatsstyrkan på platsen XX från 000000 minst intill 000000.

Steg 10: Detaljplan utarbetas

Omfattning:

- Huvuduppgifter för DUC
- Funktionsuppgifter för DUC
- Plan för alternativa händelseutvecklingar

Vid detaljplanering utarbetas en plan för hur kraven på NBC-skydd över tiden ska tillgodoses för att operationen ska kunna genomföras med ett så bra NBC-skydd som möjligt. Planen tas fram parallellt med den planering som görs i stabens övriga delar.

Steg 11: Order utarbetas

Utgående från detaljplanen formuleras uppgifter och beredduppgifter till DUC. Order till NBC-förband samt eventuella NBC-relaterade uppgifter till andra förband utarbetas.

Steg 12: Order ges ut

Steg 13: Genomförande

- Ledning av genomförande
- Uppföljning
- Koordineringar
- Inriktning på sikt

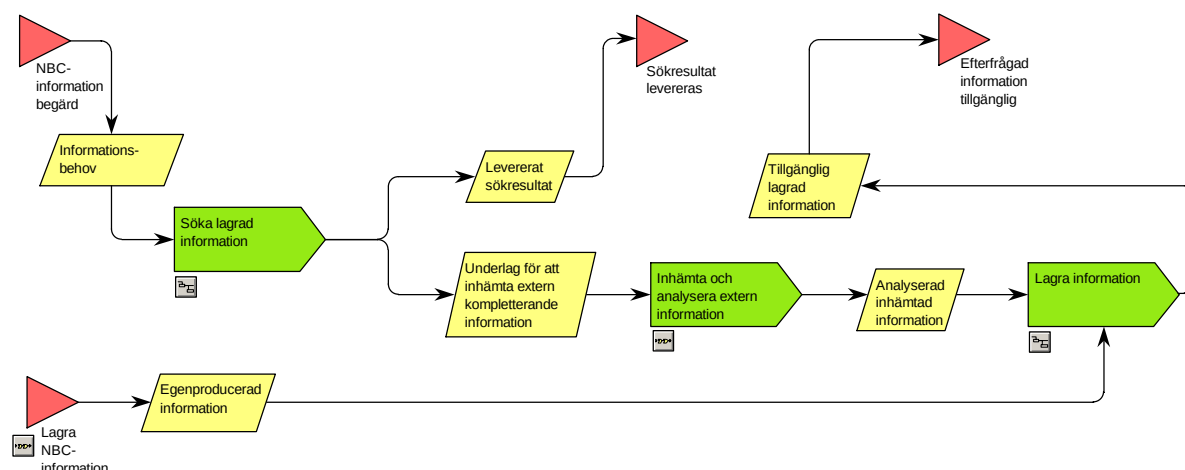
Under genomförandet görs uppföljning av NBC-funktionen. Behov av koordineringar ur NBC-synpunkt anmäls. Ovanstående redovisning beskriver en analytisk beslutsprocess på en högre ledningsnivå inför ett omfattande uppdrag. På lägre nivåer och med snävtare tidsförhållanden görs ofta ett förenklat bedömmande (s.k. snabbedömmande). Grundelementen i detta är dock desamma som i ovanstående modell och kraven på NBC-funktionen liknande.

På ännu lägre nivåer och mindre komplexa uppgifter finns ofta möjligheter till ett intuitivt beslutsfattande, dvs. beslutsfattaren kan referera till en tidigare upplevd likartad situation och kan då välja att lösa uppgiften på samma sätt. NBC-funktionens roll blir i det fallet att biträda vid bedömningen av om situationen verkligen är likartad som vid en tidigare uppgift.

För de lägsta nivåerna finns ofta standardrutiner, dvs. för definierade uppgifter finns inövade handlingsmönster. Detta kan t.ex. vara fallet vid lösandet av NBC-uppgifter.

3.3.2 Informationsförsörja

Huvudprocessen "Informationsförsörja" har som uppgift att hantera all basinformation för NBC-ledningssystemet. Processen, som speglar huvuddragen i Försvarmaktens underlättelseinhämtningsprocess, svarar för den totala informationsinhämtningen, från många olika källor, för NBC-skyddsfunktionens behov. Informationen bearbetas och lagras så att den blir tillgänglig för övriga processer. Ur ett strategiskt NBC-perspektiv skapas stående informationsinhämtningsprofiler för att kontinuerligt kunna hämta aktuell information och för att möta de frågeställningar som inte täcks av redan lagrad information. Produkten av denna process kan ur ett tjänsteperspektiv beskrivas som ett "informationsvaruhus". Processen är central för att försörja befattningshavarna med information och består av tre fristående processer "Söka lagrad information", "Inhämta och analysera extern information" och "Lagra information" (se figur 3.7 nedan).



Figur 3.7 Huvudprocessen Informationsförsörja

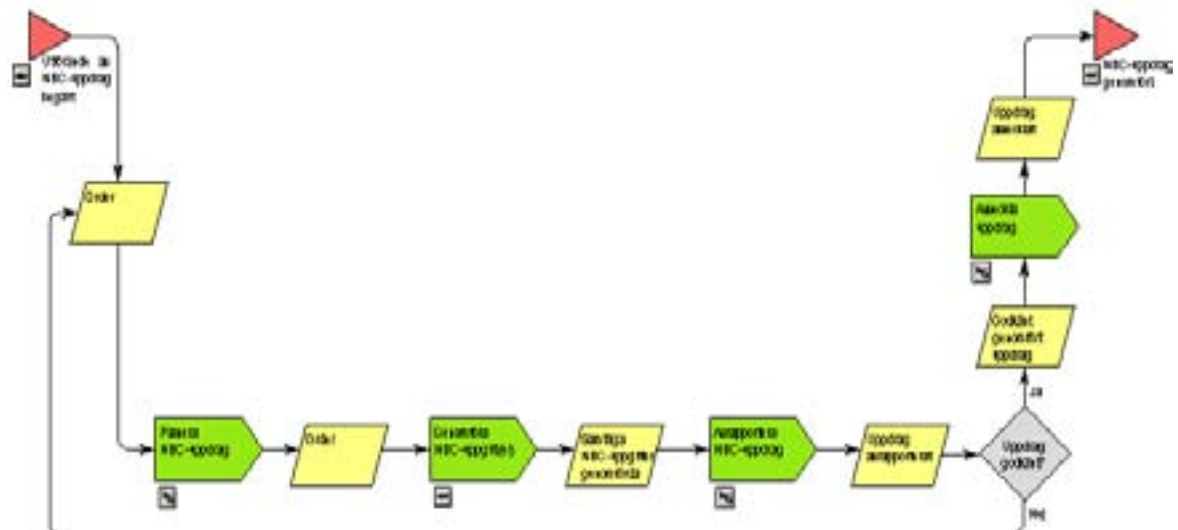
I den första processen söks svar på frågor i redan befintlig, lagrad information, dvs. information, som är tillgänglig och sökbar via NBC-ledningssystemet både internt och externt. I lagrad information ingår exempelvis externa databaser, vars innehåll alltid är tillgängligt för NBC-ledningssystemet. Resultaten av denna sökning kan endera vara ett "gammalt" levererat resultat eller nyss inhämtad information baserad på frågeställningen om informationen inte fanns lagrad. Sannolikt krävs båda typerna av information, dvs. lagrad information behöver kompletteras med ytterligare information för att svara på ställda frågor. Processen levererar information internt inom NBC-ledningssystemet.

Behov av ny information hanteras av delprocessen: "Inhämta och analysera extern information". Utifrån specifika informationsbehov skapas i processen inhämtningsprofiler för inhämtning av information från olika källor, t.ex. databaser och indikeringsinstrument/sensorer. Informationen inhämtas med olika metoder och tekniker och värderas, granskas och sammanställs. I värderingen ingår kvalitetsvärdering av informationen, aktualitet ("bäst-före-datum") och angelägenhetsgrad.

Den sista delprocessen "Lagra information" anropas alltid av delprocessen "Inhämta och analysera information", men kan också anropas av andra processer som har producerat information inom NBC-ledningssystemet exempelvis processen "Prognostisera". Delprocessen "Lagra information" tar emot information som finns i olika format, från olika källor och registrerar, indexerar och lagrar denna så att den blir tillgänglig och sökbar.

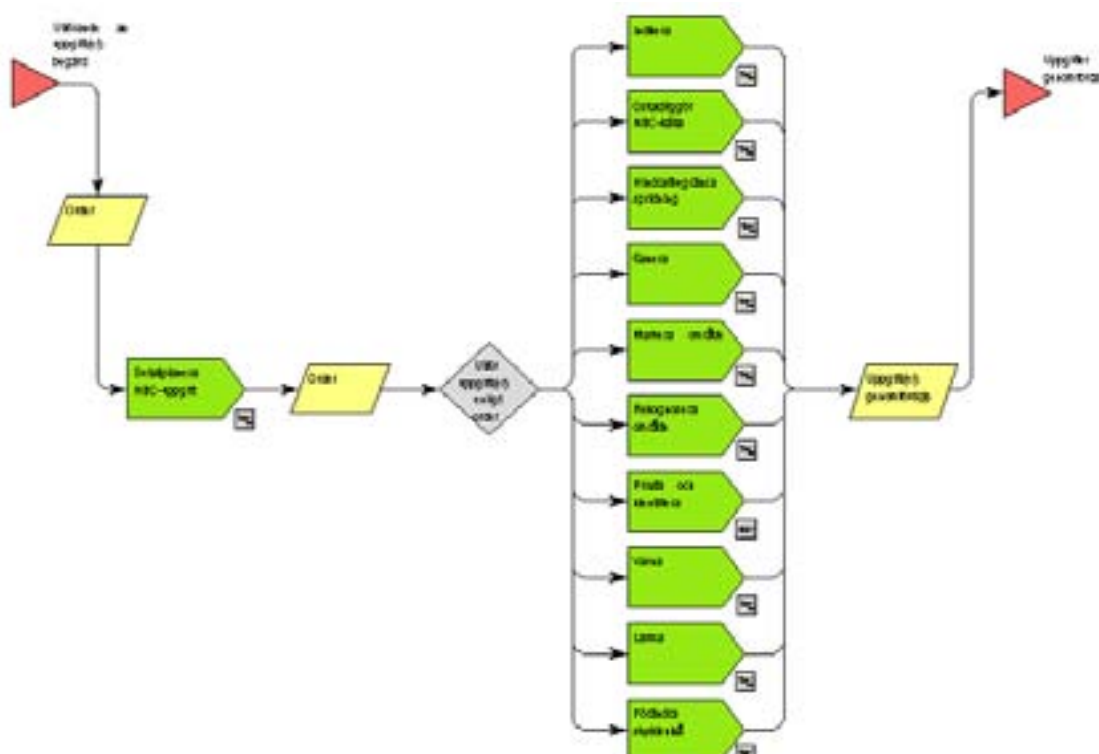
3.3.3 Genomföra NBC-uppdrag

NBC-ledningssystemet erbjuder flera operativa tjänster, t.ex. NBC-övervakning, Varning och Verifiera förekomst av NBC-ämnen. För att leverera dessa tjänster genomlöps ett flertal processer eftersom huvudprocessen Genomföra NBC-uppdrag (se figur 3.8 nedan) består av delprocesserna "Planera NBC-uppdrag", "Genomföra NBC-uppgifter", "Avrapportera NBC-uppdrag" och "Avveckla NBC-uppdrag".



Figur 3.8 Huvudprocessen Genomföra NBC-uppdrag

När ett uppdrag ska utföras måste uppdraget först planeras. Här analyseras uppdraget och de NBC-uppgifter som måste utföras identifieras samt de förmågor som behövs för genomförandet specificeras. Planeringen resulterar i en order som går till respektive utförare (förband, insatsgrupp) och nästa delprocess, Genomföra NBC-uppgifter, startar. Här detaljplaneras uppgiften utifrån ordern och uppgifterna genomförs. I denna delprocess ingår en mängd olika typer av NBC-uppgifter beskrivna i nedanstående figur.



Figur 3.9 Delprocessen Genomföra NBC-uppgifter

För att genomföra ett NBC-uppdrag behöver således en eller flera uppgifter utföras. Exempelvis så innebär uppdraget "Finn en NBC-säker grupperingsplats" att följande NBC-uppgifter kan behöva utföras, för att verifiera att NBC-ämnen inte förekommer på planerad

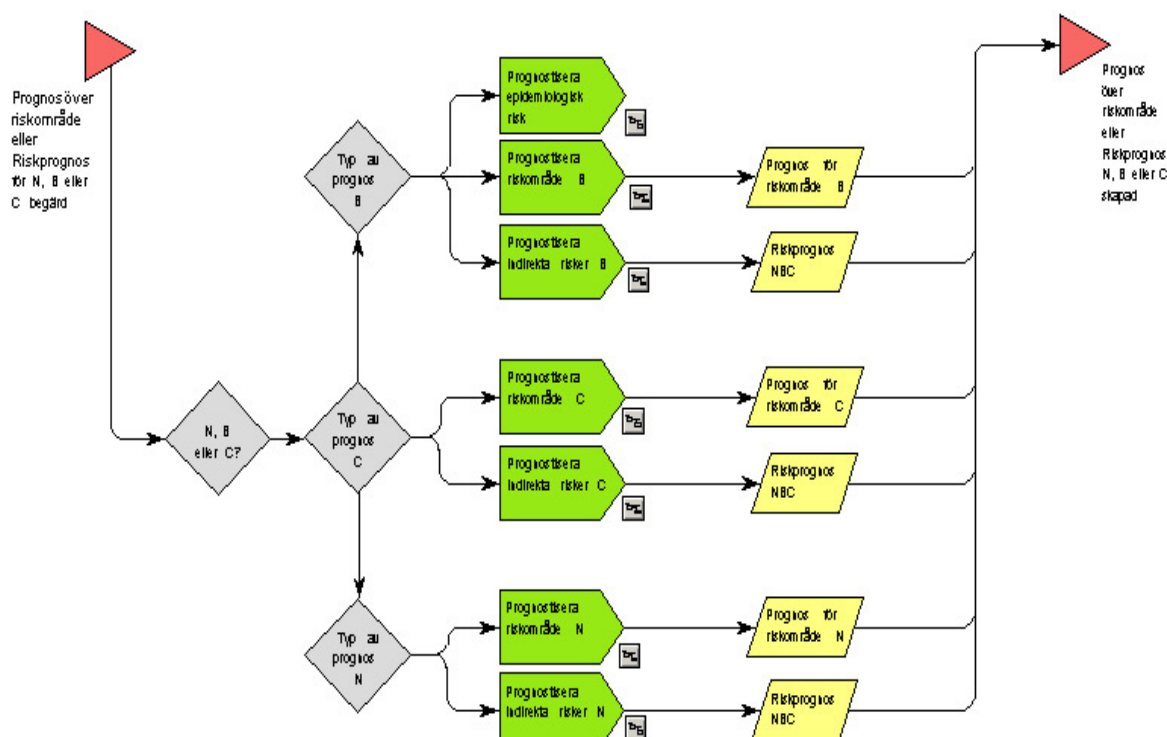
grupperingsplats: 1 planera uppdraget, 2 detaljplanera uppgift, 3 förändra skyddsnivå, 4 rekognosera område, 5 indikera, 6 markera område, 7 avrapportera uppdrag, 8 avveckla uppdrag.

När uppgifterna är utförda avrapporteras de i uppgiftsrapporter som insamlas och sammanställs till en uppdragsrapport. Efter detta avvecklas uppdraget, vilket innebär att personal och material återställs, och uppdraget utvärderas för att ta tillvara värdefull kunskap och erfarenhet.

3.3.4 Prognostisera NBC-risk

NBC-händelser kan orsaka stora konsekvenser för personer och verksamhet. Prognoser för påverkan av NBC-händelser är därför en viktig del för att kunna fatta bra beslut vid hot om eller efter sådana händelser. Det som behöver prognostiseras är spridning av NBC-ämnen samt direktverkan från kärnvapen. En prognos är en förutsägelse om framtiden som vid NBC-händelser behöver grundas på indata av varierande typ.

I denna huvudprocess ingår processer som skapar prognoser över riskområden för N-, B- eller C-ämnen, eller riskprognoser för indirekt spridning av NBC-ämnen. Även prognostisering av epidemiologisk risk ingår, men beskrivs inte inom ramen för NBC-funktionen. Delprocesserna för att göra en prognos för ett riskområde är i stort sett lika för R, B, och C-händelser medan delprocessen för att prognostisera direktverkan från kärnvapen är unik.

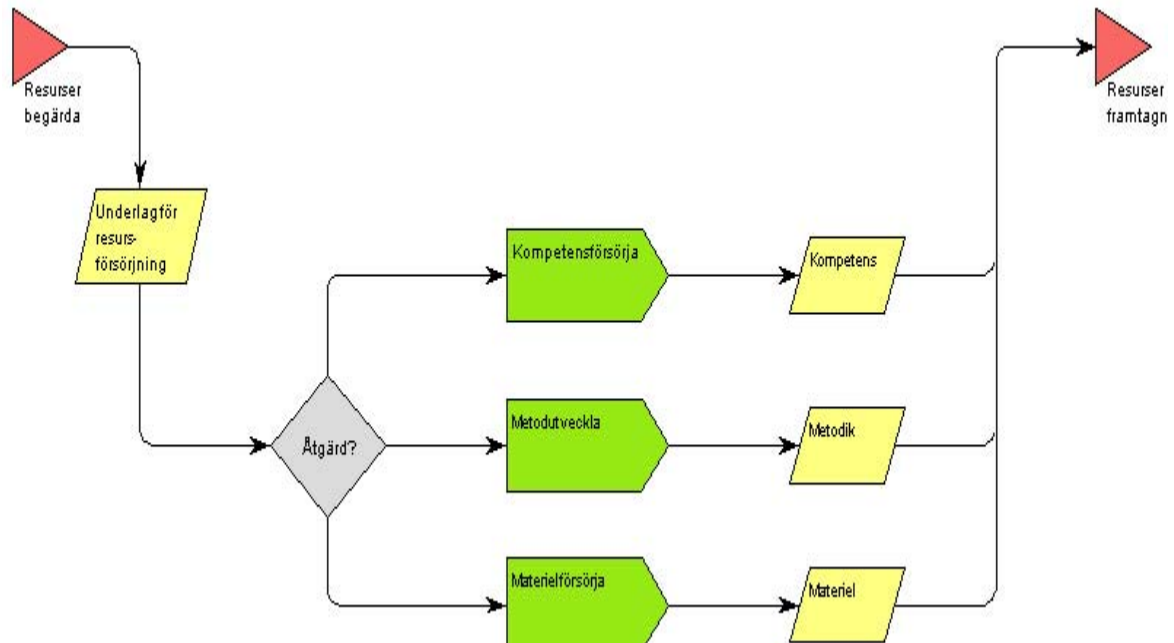


Figur 3.10 Huvudprocessen Prognostisera NBC-risk

För att t.ex. prognostisera riskområde för en C-händelse ingår aktiviteterna, analysera C-källa, beräkna spridning av C-ämne, beräkna riskområde.

3.3.5 Resursförsörja

Processen syftar till att säkerställa NBC-funktionens försörjning av personal med rätt kompetens, materiel nödvändig för att lösa uppgifterna och metoder för bl. a. användning av materielen. Denna process har inte brutits ned och beskrivits då den inte bedöms ställa några NBC-specifika krav på ett ledningssystem.



Figur 3.11 Huvudprocessen Resursförsörja

Behovet av resurser uppstår i de aktiviteter som processerna byggs upp av och utgörs av t.ex. verktyg, material, information, personal med rätt kompetens osv. Fokus för vår verksamhetsanalys har varit att identifiera ledningssystemresurser, dvs. resurser som kan implementeras i ett ledningsstöd, exempelvis:

- Information (t.ex. lagrad kunskap, uppmätta värden)
- Presentation (t.ex. kartbild, spridning)
- Aggregering/beräkning (t.ex. beräkningsmodell)
- Kommunikation (t.ex. överföring av tal, förmedla varning)
- Automatiserade funktioner (t.ex. aktivering av skydd)

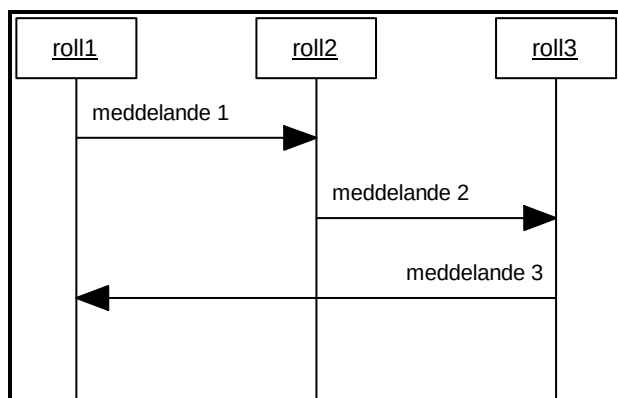
Tillsammans utgör dessa resurser Behovsspecifikationen för det tänkta ledningssystemet. Övrigt resursbehov har tonats ned men beskrivits där det tydligt har framgått.

Det identifierade resursbehovet bildar tillsammans med underlag från prov och försök, en bas för att kunna formulera krav på ledningssystemstjänster, som i sin tur kan omsättas i funktionella systemkrav.

3.4 Sekvensdiagram

För att uppnå spårbarhet för ställda behov gentemot verksamhetens processer är sekvensdiagram ett effektivt verktyg. Genom att lyfta ut en kedja av aktiviteter, sätta dessa i ett scenario (t.ex. Sanera Flygplan) och analysera aktörer (roller) och deras informationsutbyte

(meddelanden) kan behov av ledningsstöd identifieras. Behoven finns beskrivna i avsnitt 7.1 senare i rapporten.



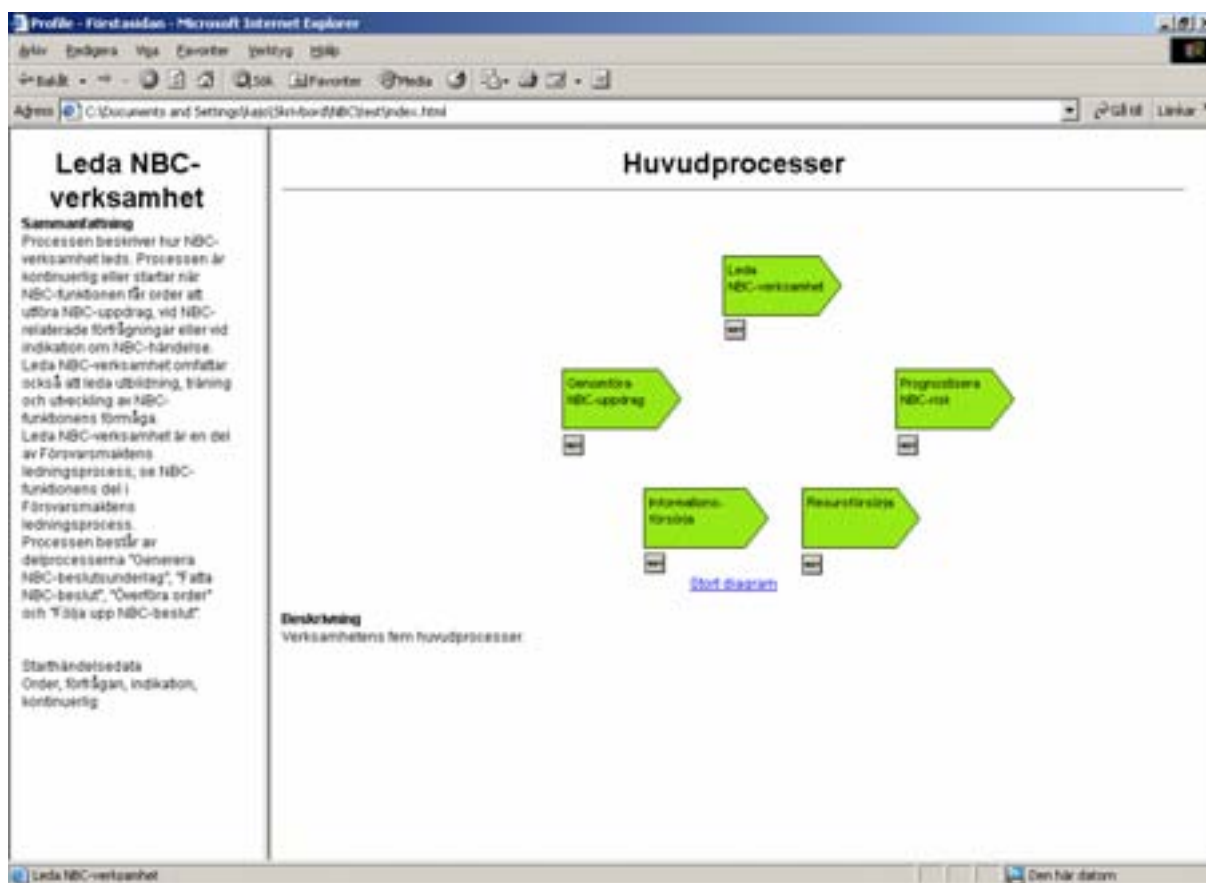
Figur 3.12 Notation sekvensdiagram

Ett sekvensdiagram består notationsmässigt av roller, representerade av lådor längst upp i diagrammet. En låda motsvarar en roll eller aktör i verksamheten, som kan vara både mänskliga aktörer och systemaktörer. De vertikala strecken nedanför lådorna representerar en tidsaxel. De horisontella pilarna representerar informationsutbyten, dvs. meddelanden, mellan aktörer. Ett diagram börjar oftast med att aktören längst till vänster skickar ett meddelande åt höger, starthändelser för vilka det finns beskrivna i scenariot.

Genom att på detta sätt analysera delprocesser på aktivitetsnivå hittas de områden där verksamheten kan ha nytta av ett IT-stöd. I det här projektet är varje delprocess som finns beskriven på aktivitetsnivå kopplad mot åtminstone ett sekvensdiagram. Det bör noteras att för att erhålla en fullständig bild av meddelandefloran och informationsutbytet i NBC-ledningssystemet krävs en genomgång av flera alternativa scenarier som täcker hela NBC-skyddsverksamheten.

3.5 Instruktion för CD

På CD-skiva bilaga 3.1, återfinns processkarta samt tjänstebok i HTML-format, dvs. det format som stöds av webbläsare, t.ex. Internet Explorer. Den interaktiva beskrivningen är baserat på så kallade ramar, med en huvuddel till höger och en informationsdel till vänster. I det högra fönstret visas modeller, i det vänstra visas information kopplad till vad som visas eller är valt i höger fönster. Använd webbläsarens bakåt-funktionalitet för att navigera uppåt i strukturen. Om skivan inte startar automatiskt går det att öppna förstasidan genom att klicka på filen **index.html** som ligger direkt på CD-skivan.



Startsida

Från startsidan väljs antingen Processkarta eller Tjänstebok.

Processkarta

Under processkartan finns samtliga processer, delprocesser, aktiviteter och resurser beskrivna. Genom att klicka på de olika symbolerna visas information kopplat till dessa till vänster. De små grå rutorna bredvid processpilarna leder till underliggande delprocesser eller aktiviteter, där sådana finns. De sekvensdiagram som är framtagna är kopplade till respektive delprocess, länk till diagrammen återfinns i vänstra delen av fönstret. Notera att sekvensdiagram inte finns för samtliga processer!

Tjänstebok

Tjänsterna är, som har beskrivits tidigare, indelade i fem grupper. Genom att klicka på respektive grupp visas tjänsterna. Klicka på tjänstesymbolen för att visa beskrivning av tjänsten i vänstra delen av fönstret.

Symbol Betydelse

	Händelse
	Process
	Aktivitet
	Resultat
	Val
	Tjänst

4 NBC-skyddsverksamhetens behov av ledningsstöd

En central uppgift för beslutsfattare är att komma fram till vad som ska göras och därefter skapa förutsättningar för att få det gjort. Ledning är en fråga om att utveckla och förmedla avsikter och att få dem accepterade för genomförande. Ett ledningssystem måste därför utformas i samarbete med användarna, så att tilltro till systemet skapas. Tillgång till information är avgörande för att kunna fatta välunderbyggda beslut och därigenom möjliggöra effektiv ledning. Vid utvecklingen av det nya försvaret är satsningar i syfte att etablera informationsöverläge gentemot en motståndare ett central mål. Genom system som utnyttjar avancerad informationsteknologi är det tänkt att beslutsfattare ska få ett beslutsunderlag som håller högre kvalitet och relevans än motståndarens och att tillgängliga resurser med detta som grund ska kunna utnyttjas bättre. Det ideala vore att systemet alltid kunde förmedla ett fullständigt beslutsunderlag i nära realtid. Detta är i realiteten dock inte möjligt, eftersom en NBC-situation är så pass föränderlig och komplex samt att den totala mängden information är så stor, och att något slags urval är nödvändigt⁸. Beslutsfattaren måste vara medveten om detta, kunna hantera osäkerheten, och ändå fatta trovärdiga beslut baserade på den för tillfället tillgängliga informationen.

I all verksamhet, t.ex. den NBC-skyddsverksamhet som beskrivs här, genomlöps ett antal faser, såsom planering, genomförande och slutligen avveckling av uppdrag. Utöver dessa tre tillkommer en fas, nämligen utveckling av NBC-skyddsverksamheten för att öka framtida kvalitet och effektivitet. Uppföljning av verksamheten sker kontinuerligt; på kort sikt, under avvecklingsfasen, för att få underlag till bedömning huruvida uppdraget är utfört och i vilken utsträckning det lyckades, och på längre sikt, under utvecklingsfasen, för att få en bättre NBC-skyddsverksamhet. Detta gäller oavsett nivå eller omfattning, dvs. både om det gäller en stor operation eller endast utförande av ett mindre uppdrag. De fyra faserna kan därför betraktas som generiska för all verksamhet.

Den som leder verksamheten har under varje fas behov av ett ledningsstöd för att kunna fatta väl underbyggda beslut, göra detta i rätt tid, samt förmedla besluten till de som är berörda. Att kunna fatta "rätt" beslut handlar ofta om att prioritera mellan ett antal olika handlingsalternativ. Välunderbyggda beslutsunderlag, innehållande flera handlingsalternativ och deras konsekvenser, blir ett ovärderligt stöd. Vidare måste det finnas möjlighet att rapportera aktuell situation och vilka åtgärder som vidtagits. En annan viktig förutsättning är att chefer som leder verksamhet, och alla andra användare av systemet, har tilltro till ledningsstödet. Användare kan t.ex. välja att ignorera larm eller information som presenteras, fatta beslut baserade på felaktiga tolkningar av hur systemet fungerar, bli stressade av att använda systemet, eller bli överhopade med arbete då man inte litar på att ledningsstödet verkligen är till hjälp. Systemtilltro är något subjektivt som byggs upp med tiden, och är beroende av hur individen uppfattar systemet. Traditionella aspekter på användbarhet vid systemdesign (usability), t.ex. att användaren kan följa vad systemet gör och att systemet ger feedback på åtgärder, är viktiga för att skapa tilltro. Det krävs också sätt att stödja användaren i att värdera information och hantera osäkerheter, brister och begränsningar på ett konstruktivt sätt. Systemtilltro påverkas av individuella faktorer, som utbildning, inlärningsstrategier och tidigare erfarenhet av systemet, och även av kon-

⁸ Kuylenstierna J, Rydmark J, Sandström H. (2004). "Information och ledningsöverläge", bilaga 1 till "Informations och ledningsöverläge", FHS 21 105:61214.

textuella faktorer, såsom stress och aktuell uppgift⁹. Låg tilltro till ett ledningsstöd kan få negativa och potentiellt kritiska konsekvenser som i sin tur kan påverka kvaliteten i besluten och prestationen vid genomförande av uppdraget.

Vid planering av en viss verksamhet, t.ex. planering inför ett internationellt uppdrag eller ett NBC-uppdrag, måste förutsättningar för att bilda sig en god uppfattning om läget finnas, dvs. detaljerad kunskap om den rådande situationen i form av relevant lägesinformation måste vara/göras tillgänglig. Det internationella samarbetet ställer också särskilda krav på interoperabilitet som måste tillgodoses i NBC-ledningssystemet. Fullständig information, i form av order, om det planerade uppdraget måste kunna överföras till den personal eller de enheter som ska genomföra uppdraget. Ledningsstödet måste även tillhandahålla stora mängder annan information, t.ex. detaljerade metoder och anvisningar för hur uppdraget ska genomföras, och vad som krävs för detta. Vidare behövs överblick över vilka resurser, personella och materiella, som finns tillgängliga för genomförande, samt deras kvalitet och status. Resurser måste kunna bokas och rekvideras via ledningsstödet. Verktyg för att kunna optimera utnyttjandet av resurser måste också finnas. När det finns risk för spridning av NBC-ämnen i ett område, är det viktigt att ledningsstödet kan tillhandahålla risk- och konsekvensprognoser av hög kvalitet för att effektivt kunna vidta åtgärder för att minska risker för skada på personal och materiel så att maximal handlingsfrihet och kapacitet kan upprätthållas.

Även vid genomförande av verksamheten är det av utomordentlig vikt att ha tillgång till en så fullständig och relevant lägesbild/lägesinformation som möjligt. Eftersom läget snabbt kan förändras under genomförandet, måste uppdatering ske ofta och med minsta möjliga fördröjning. Hela denna fas kräver att ledningsstödet kan förmedla information i nära realtid. Under genomförandet av ett uppdrag är behovet stort av att kunna hämta in och analysera information från t.ex. sensorer och väderstationer, och detta måste möjliggöras av ledningsstödet. Positionsinformation för var sensorer är placerade vid indikeringstillfället är nödvändig information för att riskprognoser ska kunna utföras. Positioner, för var egen och andras personal och civilbefolkning befinner sig, är viktig information och ger, om den görs tillgänglig, ett mervärde i ledningsstödet jämfört med situationen idag. Annan information, såsom metoder och anvisningar för hur uppdraget ska genomföras, eller bruksanvisningar för materiel, måste hela tiden finnas tillgänglig för att kunna hantera situationer där problem uppstår vid genomförandet av uppdraget. Möjlighet till ständig kommunikation med högre chef är central, inte bara för att ta emot orden för uppdraget, utan också för att kunna ställa frågor och föra dialog under hela genomförandet. Det är viktigt att kommunikation via bild och video också stöds av ledningssystemet för att underlätta överföring av annan information än text, t.ex. överföring av figurer och diagram, eller bilder från en pågående händelse. På så sätt ska en kontinuerlig uppföljning av hur uppdraget fortlöper kunna göras och nya beslut om genomförandet kan tas efter hand.

När uppdraget slutförts sker en avveckling, och då måste ledningsstödet tillhandahålla möjlighet att avrapportera resultatet, t.ex. med hjälp av fördefinierade rapportmallar och sändlistor. Uppföljning sker också för att få underlag att bedöma om ställda mål uppnåtts. Vidare måste personal och materiel återställas, eventuellt efter sanering, vila eller via andra åtgärder. Därefter måste ledningsstödet hålla reda på när dessa resurser, eller delar av dem,

⁹ Andersson, J., Malm, M. och Thurén, R. (2003). "Systemtilltro". FOI-R-1121-SE.

åter är tillgängliga, samt föreslå rekvisition av kompletterande resurser för NBC-skyddsverksamheten.

De erfarenheter som erhålls efter att verksamhet genomförts och avvecklats måste kunna utnyttjas för vidare utveckling av verksamheten. Detta kan t.ex. ske genom att ledningsstödet förmedlar slutrapporter från all genomförd verksamhet till funktioner som har ansvar för utveckling av kompetens, metoder, taktik eller materiel. Genom detta kan alla lessons learned bidra till högre kvalitet och större effektivitet vid genomförande av liknande verksamhet i framtiden.

NBC-verksamhetens behov av ledningsstöd kan sorteras i fyra olika huvudgrupper, nämligen informationsbehov, behov av risk- och konsekvensprognoser, stöd för NBC-utbildning samt resursbehov. Dessa grupper beskrivs mer ingående nedan, efter en kort genomgång av målbilden för NBC-ledningssystem 2014.

4.1 Målbild för NBC-ledningssystem 2014

Verksamhetens behov av ledningsstöd tillsammans med Försvarmaktens uppgifter och målbild samt Försvarmaktens mål för utvecklingen av NBC-skyddsfunktionen är utgångspunkten för vår målbild för NBC-ledningssystemet 2014. Det framtida NBC-ledningssystemet ska:

- kunna användas för att leda NBC-skyddsverksamhet under internationella förhållanden och för situationer som omfattas av den aktuella NBC-hotbilden.
- vara kompatibelt med internationella system och stödja internationella standarder.
- stödja planering och ledning för att hantera NBC-händelser, småskaliga utsläpp/olyckor av/med giftiga kemikalier och radioaktiva ämnen, men även småskalig, avsiktlig användning av radiologiska, biologiska och kemiska vapen ska kunna simuleras i systemet om ett sådant behov identifieras.
- kunna användas för att öva ledning av NBC-skyddsverksamhet för att hantera mer osannolika NBC-händelser, som t.ex. väpnat angrepp med N-, B- och C-vapen.
- kunna användas för att ge stöd till civila myndigheter vid nationella NBC-händelser.

Tillgång till information om tillgängliga resurser, personal och metoder för genomförandet, samt lägesinformation och riskprognoser för aktuellt område, är avgörande för att beslutsfattaren ska kunna analysera och planera ett uppdrags genomförande och kunna fatta väl underbyggda beslut.

Att skapa förutsättningar för beslutsfattare och andra aktörer att hämta eller förse med information är alltså nyckeln till ett väl fungerande ledningssystem, och distribution av information med hög kvalitet är en central funktion i vår målbild för ledningssystemet 2014. Behovet av information ska uppfyllas på flera sätt.

1. **Lägesbild:** Sammanställning av aktuell information, ett centralt underlag för beslutsfattande vid planering och genomförande av uppdrag.
2. **Beslutsunderlag:** Ska hålla hög standard och vara detaljerade för att kunna utgöra ett tillräckligt bra stöd för att planera agerande i NBC-kontaminerade miljöer.

3. **Nätverksbaserat informationsvaruhus:** Tillförlitlig och aktuell information, som är sökbar och tillhandahålls snabbt och säkert.
4. **Informationskällor:** Flera oberoende informationskällor för att säkerställa tillförlitligheten.
5. **Sensorer:** Ändamålsenliga och driftssäkra sensorer för detektion av närvaro/identifiering av NBC-ämnen.
6. **Risk och konsekvensprognoser:** Situationsanpassad noggrannhet och uppdatering i takt med att ny information blir tillgänglig.
7. **Expertstöd:** Tillgång till expertstöd vid behov, antingen på plats eller distribuerat.

NBC-ledningssystemet ska vara modulärt uppbyggt för att möjliggöra enkelt och snabbt utbyte av komponenter i takt med den tekniska och funktionella utvecklingen, samt för att öka driftsäkerheten. Systemet ska hållas levande genom att de tekniska lösningarna och informationen i systemet uppdateras kontinuerligt.

- NBC-ledningssystemet ska kunna utvecklas i takt med den forskning och utveckling som sker genom att fler funktioner och enheter tillförs.
- NBC-ledningssystemet ska utvecklas i samverkan med kravställarna för att kontinuerligt kunna möta nya krav och behov samt ange de kunskapskrav som krävs för att söka och tillgodogöra sig tillgänglig information.
- NBC-ledningssystemet ska vara nätverksbaserat och implementeras i och/eller vara kompatibelt med arkitekturen för NBF så att den gemensamma lägesinformationen kan kommuniceras till alla aktörer efter behov.
- NBC-ledningsstödet ska vara utformat så att samverkan med andra aktörer, nationella eller internationella, möjliggörs.
- Informationen i NBC-ledningssystemet ska kunna delges de myndigheter som samverkar med Försvarsmakten t.ex. efter en terroristattack, en kemikalieolycka, ett radioaktivt nedfall eller vid svåra sjukdomsutbrott.
- Nätverksutformningen av NBC-ledningssystemet innebär att olika typer av plattformar ingår, vilka bär de indikerande och larmande enheterna. Användningen anpassas till enskild soldat, men också till arméns fordon, marinens båtar/fartyg och flygvapnets alla farkoster, inklusive UAV.

4.2 Informationsbehov

För att planera eller lösa en uppgift måste, som nämnts tidigare, rätt beslut fattas vid rätt tidpunkt. Dessa två mål kolliderar ofta med varandra. För att fatta korrekta beslut krävs bra underlag, men insamling och bearbetning av information, samt att tillgodogöra sig den, tar tid, något som kan göra beslutsprocessen långsam. Det kan i sin tur resultera i att det framtagna beslutsunderlaget är överspelat redan när det läggs fram. Exempelvis kan ett för sent taget beslut om evakuering leda till en omfattande och ohanterlig saneringsuppgift.

Teknikutvecklingen innebär att mängden information ökar, samtidigt som den tillgängliga tiden för beslutfattande minskar. Informationsförsörjningen i det nätverksbaserade försvaret har potential att kunna ske snabbt och rationellt. En mångfald av informationskällor kommer att finnas tillgängliga för att möta de krav på olika typer av information som NBC-

skyddsverksamheten ställer. Ett centralt problem är att på det mest effektiva sättet välja ut den information som behövs, så att informationsmängden begränsas, utan att beslutsunderlaget blir undermåligt. Forskning vid FHS¹⁰ har visat att en möjlig väg att lösa detta dilemma är att framtidens beslutsfattare får möjlighet att utnyttja all tillgänglig information och att själv avgöra vilken information som ska ingå i beslutsunderlaget. En sådan funktion skulle kunna stärka möjligheten för beslutsfattaren att värdera beslutsunderlaget och därigenom öka tilltron till det. En förutsättning för en sådan lösning är att beslutsfattare är välutbildade och erfarna, samt att det finns hjälpmedel, i form av mallar och sökkriterier, som gör det enkelt att begränsa sökningen till just den information som är relevant för tillfället. Utformningen av sökmallar är en delikat uppgift, som måste ske i nära samarbete med användarna.

En sådan sökfunktion ställer stora krav på hur tillgänglig information ska struktureras och presenteras. I denna etapp av arbetet med NBC-ledningssystemet har vi identifierat detta problem, men för att hitta bra lösningsalternativ måste experiment genomföras tillsammans med användarna och med deras behov i centrum. En teknisk lösning (testbädden) där tjänsten 'informationsvaruhus' kan implementeras är ett ändamålsenligt hjälpmedel för att kunna göra utvärderingsförsök tillsammans med användarna. Genom att göra experiment där användare med olika informationsbehov får testa olika mallar och kriterier för att hämta situationsanpassad information kan optimala lösningar successivt identifieras. En förutsättning för detta är att bra metoder finns för utvärdering av denna typ av försök där människa-system-interaktionen är i fokus.

I vissa situationer, måste dock information tvingas på beslutsfattarna och andra aktörer. Det kan t.ex. vara i form av larm och varning till den personal eller de förband som kan komma att påverkas av en NBC-händelse.

Försvarsmaktens nuvarande fokusering på att delta i internationella insatser, för att hantera och förebygga kriser i omvärlden, kräver omfattande förberedelser. Kraven på informationsstödet skiljer sig inte principiellt från nationella uppdrag, men annan information och möjligen andra informationskällor kan behövas. Samverkan med internationella aktörer innebär att information kan komma från sekundära källor som kan vara svår att värdera. Förmågan att bedöma och lita på denna typ av information ställer stora krav på beslutsfattarens NBC-kompetens, och många gånger kommer expertstöd troligtvis att behövas. Förberedelserna innebär också att särskild information om t.ex. ROTA-objekt, endemiska sjukdomar och klimat ska kunna inhämtas för att kunna bedöma NBC-läget i insatsområdet. Denna information ska sedan kunna bearbetas, sammanställas och lagras på ett sökbart sätt. Behovet att hämta statisk information är under planeringsskedet för en utlandsmission större än vid nationella insatser, där statisk information oftast finns tillgänglig i det nätverk av vilka NBC-ledningssystemet är en del.

Information från observatörer ute på fältet och underrättelser måste kunna hanteras på ett adekvat sätt. Det är ett absolut krav att relevant information inte går förlorad eller förvrängs, utan görs tillgänglig för alla som behöver den. Detta är vitalt under arbetet med att lösa en specifik uppgift, men även vid överföring av erfarenheter till ett nytt förband som ska överta ett annat förbands uppgifter, t.ex. vid hemrotation under internationella insatser.

¹⁰ Kuylensstierna J, Sandström H, Rydmark J. (2004). "Val av tempo och urval av information för ledning". I Forskningsprojektet Informationsbehov i framtida krig: Experimentrapport, Rapport 16, KVI/FoU, Försvarshögskolan, Stockholm (FHS Skr 21 105:61213).

Erfarenheter från rotation vid internationella insatser, t.ex. i Kosovo, har visat att information ofta går förlorad vid överlämnandet av uppgiften till ny personal. Detta kan bero på flera faktorer, men framför allt beror det på att det idag inte finns fungerande och effektiva system för erfarenhetsåterföring.

4.2.1 Informationsförsörjning

Informationsförsörjning omfattar all hantering av information i NBC-ledningssystemet. Denna funktion är central för att försörja ledningssystemet med information, både direkt för beslutfattarnas behov, och indirekt, som indata i olika beräkningar och bedömningar, i de tjänster som systemet ska producera. Informationsförsörjningen består av fyra olika delar, nämligen att inhämta, analysera, och lagra ny information, samt att söka redan lagrad information. Inhämtning av information för NBC-skyddsfunktionens behov sker från många olika källor.

Samverkan med civila myndigheter och andra aktörer är en förutsättning för en komplett informationsförsörjning. För att samordningsvinster ska kunna skapas måste information kunna kommuniceras till eller från andra system på alla nivåer. Eftersom N, B och C-händelser sinsemellan är mycket olika, och konsekvenserna av sådana händelser kräver olika och specifika åtgärder, är det viktigt att ett nätverk av N, B och C-expertiser från olika svenska myndigheter, såsom t.ex. SSI, SKI, FOI, RPS, SRV, SMI och SoS knyts till systemet.

Utifrån specifika informationsbehov skapas inhämtningsprofiler för inhämtning av information från olika källor, t.ex. externa databaser och indikeringsinstrument. Inhämtad information ska kunna levereras i en av beställaren vald mall, så att information blir lättillgänglig och överblickbar. Informationen, som hämtas med olika metoder och olika tekniker, analyseras därefter, det vill säga värderas, granskas och sammanställs. I värderingen ingår kvalitetsvärdering av informationen, aktualitet ("bäst-före-datum") och angelägenhetsgrad. Mängden information och dess komplexitet kräver olika tekniska lösningar i form av bandbredd och säkerhet.

All information, i alla typer av format, från olika källor, måste slutligen lagras, registreras och indexeras så att den blir tillgänglig och sökbar.

Med lagrad information avses här all information som är tillgänglig och sökbar för NBC-ledningssystemet, både i interna och externa källor. Lagrad information omfattar exempelvis externa databaser, vars innehåll alltid är tillgängligt för NBC-ledningssystemet. Resultatet av en sökning kan endera bestå av 'gammal' information eller ny, 'hämtad', kompletterande information. Både lagrad och kompletterande information krävs vanligtvis för att svara på en ställd fråga eller för att möta ett beräkningsbehov. Informationen kan utnyttjas för NBC-skyddsverksamhetens behov, men kan också användas av andra behöriga aktörer i nätverket.

4.2.2 Inventering av informationsbehov

För att kunna kravställa NBC-ledningssystemet och formulera krav på den information som ska inhämtas, har en inventering av vilka typer av information som behövs för att kunna generera relevanta och väl underbyggda beslutsunderlag genomförts. Den information som krävs för att kunna leda och genomföra NBC-skyddsverksamhet har kartlagts och delats

upp i sju områden: Ämnesegenskaper, Spridning, Grundläggande geografisk information, Indikering/sensorer, Personalens status, Områdesinformation/internationella insatser, samt Direktverkan från kärnvapen. Dessutom kan två kategorier av information identifieras, nämligen statisk och dynamisk information. Med statisk information avses sådan information som är giltig under en längre tid, och som inte påverkas av händelseförloppet. Exempel kan vara toxicitet av olika ämnen och metoder för sanering. Dynamisk information är sådan information som är föränderlig under utvecklingen av ett händelseförlopp, t.ex. vädersituationen, sensordata eller lägesbild.

Exempel på dynamisk information:

- Information från olika typer av NBC-sensorer tillförs kontinuerligt eller vid behov från ett flertal aktörer,
- information inhämtas eller inkommer enligt gällande avtal/regler regelbundet från samarbetspartners, stödjande myndigheter och organisationer
- väderinformation inhämtas i nära realtid för prognostisering av olika NBC-situationer
- insatspersonalens fysiologiska och medicinska status.

Exempel på statisk information:

- regelverk, ROE, metoder från metodhandbok
- grundläggande geografisk information kartbilder, geologi och topografi, terräng information, demografisk information
- ortofoton, dvs. satellit/flygfoton över ett begränsat geografiskt område
- tröskelvärden för larmning och avlarmning
- erfarenhetsbank, information om tidigare gjorda erfarenheter
- ämnesegenskaper, t.ex. olika spektra för kemiska analyser
- gränsvärden, LD₅₀ värden för giftiga ämnen, infektionsdoser för sjukdomar, stråldoser
- personalinformation: adresslistor, kompetens, personligt skydd.

I bilaga 4.1, tabell 1, har olika typer av information identifierats, klassats och listats. De olika informationstyperna har identifierats av expertis från olika delar av NBC-området och utgör ett första urval och exempel på vilken information som är nödvändig för NBC-ledningssystemet. Informationstyperna är beskrivna med fyra attribut, användning, källa, format och begränsningar, vilka definieras i tabell 4.1. Kopplingen mellan informationstyperna och de tjänster som identifierats i NBC-ledningssystemet finns presenterade i bilaga 4.1, tabell 2. Där har de informationstyper som krävs för varje tjänst listats och på så sätt går det att se var i ledningssystemet informationen behövs. Många av tjänsterna kräver mer information än den som hittills identifierats och listan behöver kompletteras och uppdateras under det fortsatta utvecklingsarbetet.

Tabell 4.1 Attribut för att karakterisera den information som identifierats

Attribut	Förklaring
Användning	Hur/till vad ska informationen användas i ledningssystemet?
Källa	Var finns informationen? T ex leverantör, experiment, sensor
Format	T ex textfiler, enheter, standardformat, jpeg, video, muntlig, ISO-standard
Begränsningar	T ex kvalitet, svårtillgängligt, dyrt, hemligt...

Viss information, som exempelvis väderdata, satellitbilder och olika typer av databaser, kan vara tjänster som NBC-ledningssystemet abonnerar på. Vissa delar av den informationen är inte unik för NBC-ledningsfunktionen, utan kommer också att behövas inom andra ledningsfunktioner. Endast i undantagsfall finns specifika krav för informationshantering i NBC-ledningssystemet.

Inventeringen av informationsbehovet visar att:

- den specifika NBC-information som identifierats inte ställer några särskilda krav på informationshanteringssystemet. NBC-informationen kommer att ställa krav på sekretess och behörighetskontroll, men detta är inte heller unikt för NBC-funktionen. Det är viktigt kunna hantera underrättelseinformation, personuppgifter och sjukdomsstatistik.
- inhämtning av information är en förhållandevis enkel process jämfört med den bearbetning och analys som behöver göras för att den ska kunna lagras på ett sökbart sätt och kunna användas för att fatta snabba och trovärdiga beslut.
- den kritiska funktionen för informationsförsörjningsprocessen blir att hantera och strukturera den information som kommer in eller produceras i NBC-ledningssystemet.

4.2.3 Information från sensorer och instrument

Sensorer och olika typer av instrument för att upptäcka och varna för NBC-ämnen har en central roll i ledningssystemet som leverantör av indata, och diskuteras därför i större detalj i det följande. Indikeringsinstrument och olika typer av manuella metoder för indikering av framför allt N- och C-ämnen är ingenting nytt för Försvarsmakten, utan har använts sedan slutet av 1970-talet, men då som enstaka enheter för manuell indikering. Resultatet av en utförd indikering har senare rapporterats till högre chef, oftast via radio. I dag finns ett flertal olika typer av sensorer och instrument på världsmarknaden, allt ifrån instrument som används manuellt, t.ex. under rekognosering, till instrument för kontinuerlig övervakning och där NBC-ämne kan upptäckas på avstånd, s.k. avståndsindikering. I dessa fall kan instrumentet direkt och automatiskt initiera t.ex. ett larm. Den snabba utvecklingen inom informationsteknologin har medfört att det nu är möjligt att koppla ihop instrument/sensorer i ett IT-nätverk och att hantera stora informationsmängder. Detta ger nya möjligheter att samla in, bearbeta och presentera sensorinformation, vilket ger möjlighet att snabbt sammanställa beslutsunderlag, och därmed uppnå ett informationsöverläge. Det är

dock viktigt att inse att teknikens frontlinje ligger olika långt framme för N, B och C-sensorer. Sålunda finns väl utvecklad teknik för indikering av radioaktiva och kemiska ämnen, medan smittämnen erbjuder betydligt större svårigheter.

FUP NBC-skydd beskriver "hur förmågan att kunna hantera NBC-hot över tiden och verka under/efter NBC-händelser" ställer krav på en välutvecklad ledning och informationshantering. Tidig förvarning med en klar bild av aktuellt NBC-hot är en förutsättning för att detta ska kunna uppnås.

En säker och tidig varning om en aktuell NBC-händelse kan erhållas om indata från många olika typer av sensorer kan hanteras av ledningssystemet. Informationen ska snabbt kunna samlas in och bearbetas för att kunna användas som indata i olika typer av beräkningar. Om detta realiserats kan ledningssystemet alltid ha tillgång till aktuell NBC-information av hög kvalitet och därmed förmåga att göra snabba risk- och konsekvensbedömningar som resulterar i väl underbyggda beslutsunderlag. Med många sensorer i ett nätverk ökar dessutom redundansen och risken för falsklarm minimeras. För att minimera den kommunicerade informationsmängden är det viktigt att mycket av informationsbearbetningen kan ske lokalt i sensorn, och att färdig och bearbetad information sedan kan skickas för vidare analys och aggregering med annan information i ledningssystemet. Ett annat viktigt krav på sensorer anslutna till ett nätverk är att de ska kunna vara lätt utbytbara och att felsökningar ska kunna göras med stöd av ledningssystemet utan att den specifika sensorn behöver uppsökas.

För att erhålla den funktionalitet i NBC-ledningssystemet som beskrivs i målbilden för 2014 krävs att Försvarsmakten, och de aktörer den samverkar med, använder sensorer som kommunicerar med ledningssystemet enligt standardiserade protokoll. Detta är nödvändigt för att uppnå maximal effekt vid samverkan med t.ex. Räddningsverket eller Polisen, men även med internationella aktörer.

I ett framtida ledningssystem kommer sensorerna bl.a. att finnas på olika plattformar, exempelvis fordon och olika typer av obemannade farkoster, t.ex. UAV:er, vilket i sin tur ger en förmåga att kunna allokera fler sensorer till platsen för ett larm. På så sätt erhålls ytterligare information om NBC-händelsen. Vid en NBC-händelse är inte alltid källans position känd, men med hjälp av sensor- och väderdata kan s.k. inversa modeller beräkna en trolig utsläppspunkt (s avsnitt 4.3.2). För full funktionalitet måste det även finnas ett tekniskt system för att sensorernas position alltid ska vara känd (t.ex. via GPS), samt tillgång till lokala väderdata för att sensorerna ska kunna placeras rätt i förhållande till vindriktningen.

Den framtida utvecklingen av sensorer och instrument beskrivs bl.a. i Försvarsmaktens Funktionsutvecklingsplan NBC-skydd. Utvecklingstendenserna kan sammanfattas sålunda:

- NBC-sensorerna blir mindre och i högre grad automatiska, vilket gör dem enklare att handha
- Förmågan hos sensorerna att detektera låga koncentrationer kommer successivt att förbättras och kommer därmed att kunna uppfylla de krav som arbetsmiljölagsstiftningen ställer
- Instrumenten får högre specificitet och inbyggd analys- och identifieringsförmåga
- Sensorer utvecklas till att klara kontinuerlig övervakning av insatsområde eller objekt under längre tidsperioder

- Möjligheten för indikering av NBC-ämnen på avstånd ökar
- Sensorerna integreras i soldaternas uniformer och monteras på bl.a. stridsfordon (dels för egenskydd, men även för den gemensamma situationsuppfattningen)
- Sensorer monteras på obemannade farkoster
- Instrumenten för identifiering/analys av NBC-ämnen blir mindre och mer "fältmässiga".

4.3 Behov av risk- och konsekvensprognoser

Att fatta rätt beslut i kritiska situationer kräver ett bra och väl anpassade beslutsunderlag. Förmåga att kunna bedöma och beskriva de risker och konsekvenser som uppkommer/kan uppkomma för i första hand militär personal och materiel är central. Att få information om vilka risker och konsekvenser ett utsläpp av eller en exponering för NBC-ämnen kan förorsaka är viktig för både beslutsfattare och genomförare inom NBC-skyddsverksamheten. NBC-ämnen är sinsemellan mycket olika och effekterna efter exponering likaså. Det enda gemensamma är att personer som blivit exponerade och som en konsekvens av detta insjuknat måste få medicinsk vård. Det som oftast är normsättande vid utformning av stöd för att hantera NBC-händelser är C-händelser. Effekten av en C-exponering är ofta omedelbar, symptomen visar sig inom en relativt kort tidsperiod, senast inom ett dygn. Möjligheten att indikera C-ämnen i luft och C-skyddsutrustning har funnits länge. Alla dessa faktorer innebär att en C-händelse är det enklaste fallet att utveckla ett ledningsstöd för.

Vid en B-händelse exponeras individer för sjukdomsframkallande mikroorganismer. Insjuknandet dröjer i dagar eller till och med veckor. Indikering av smittämnen i luft är svårt och en identifiering av aktuellt smittämne behövs alltid för att rätt medicinsk behandling ska kunna vidtas. Som tur är har man på grund av inkubationstiden, tiden mellan exponering och insjuknande, oftast tid att identifiera smittämnet och därmed ge rätt behandling. Ett annat problem vid ett B-utsläpp är att få tillräcklig information i nära realtid, fram för allt pga. att utsläppet/utspredningen kan ske utan att uppmärksammas eftersom effekten dröjer. Naturliga B-händelser, dvs. sjukdomsutbrott eller epidemier, är vanliga och viktiga att ta hänsyn till vid planering inför internationella operationer. Information om endemiska sjukdomar och pågående epidemier måste inhämtas för att kunna planera vaccinering av personal och inköp av läkemedel för behandling. Konsekvenserna efter en B-händelse är mer komplex än efter en C-händelse och samarbete mellan NBC-skyddsfunktionen och sjukvårdsfunktionen blir avgörande för hur väl man lyckas med att minska konsekvenserna.

Effekterna av en N-händelse spänner över ett brett register, från de direkta verkansformerna av en kärnladdningsexplosion, såsom initialstrålning, stöt- och värmevåg samt det radioaktivt nedfall, vilka alla beror av laddningens styrka och explosionshöjd, till exponering för andra typer av radioaktiva källor. Effekten av exponering för joniserande strålning från radioaktiva ämnen är starkt beroende av den stråldos man utsätts för. Vid höga doser uppstår akut strålsjuka, som innebär att så många kroppsceller dör att man får svårt att upprätthålla livsviktiga funktioner i benmärg och tarm. Vid extremt höga doser skadas nervsystemet och man förlorar medvetandet inom någon timme, för att aldrig återfå det igen. Akut strålsjuka kan man få på kort tid om en kärnladdningsexplosion inträffat, en kärnreaktor skadats, eller om man exponerats för en mycket kraftig medicinsk eller industriell strålkälla. Om man under lång tid exponeras för en relativt svag strålkälla uppstår liknande

effekter. Symptomen på strålskada visar sig oftast genom att man blir illamående, kraftlös och tappat aptiten och ju snabbare efter exponeringen som symptomen uppträder desto sämre är prognosen för den skadade. Eftersom den joniserande strålningen är energirik, är det ganska enkelt att med instrument mäta såväl intensitet som stråldos, vilket underlättar risk- och konsekvensbedömning. Strålskador kombinerade med sår- eller brännskador ger dock ökad risk; en förhållandevis liten strålskada kan bli dödlig om den skadade också har en större bränn- eller sårskada. Risker för chockskada ökar också.

Möjligheten att prognostisera risker och konsekvenser i samband med utsläpp av NBC-ämnen har, trots NBC-ämnens olika egenskaper och effekter, stor betydelse för att kunna leda och planera NBC-skyddsverksamhet. Prognoser är nödvändiga underlag i planeringsarbetet inför ett uppdrag och, om prognoserna är tillräckligt bra, ovärderliga hjälpmedel för att hantera en NBC-händelse. På grund av att NBC-ämnen ofta verkar osynligt, luktlöst över stora områden och under olika lång tid så är det bara genom prognostisering, och vid faktiska händelser med hjälp av indikering och andra indikationer, som risker och konsekvenser, på kort och lång sikt kan bedömas och uppskattas. En förutsättning för effektiv ledning är att kunna förmedla beräknade risker och konsekvenser till beslutsfattare på ett sätt som möjliggör för dem att vidta korrekta åtgärder i tid, så att exponering av personal och kontaminering av materiel minimeras.

Även om en prognos är en förutsägelse om framtiden kan modellberäkningar användas som en första gissning för analys av ett nuläge där det är viktigt att få en uppfattning av det man ännu inte vet. För att ledningssystemet ska kunna möta de krav på förbättrad snabbhet och precision som Försvarsmakten ställer är beräkningar med avancerade spridningsmodeller helt nödvändiga både vid planering och vid genomförande av uppdrag.

Flera modeller måste finnas i NBC-ledningssystemet för att uppnå tillräcklig flexibilitet. Beräkningar ska t.ex. kunna genomföras både med mycket begränsad information om en händelse och för mycket komplexa miljöer och där hänsyn tas till de tidsramar som beslutsfattaren satt. I NBC-ledningssystemet ska varje situation, med medföljande informationsmängd, automatiskt kunna styra valet av spridningsmodell. Systemet kommer då alltid att kunna leverera det bästa resultatet under givna förutsättningar och tidskrav. Prognosmodellen för spridning blir således en hybridmodell, som innehåller ett system av ett flertal olika spridningsmodeller med olika krav på indata och olika svarstider. Vid beräkningarna måste en uppskattning av osäkerheten i resultaten alltid kunna göras.

4.3.1 Ett system av modeller

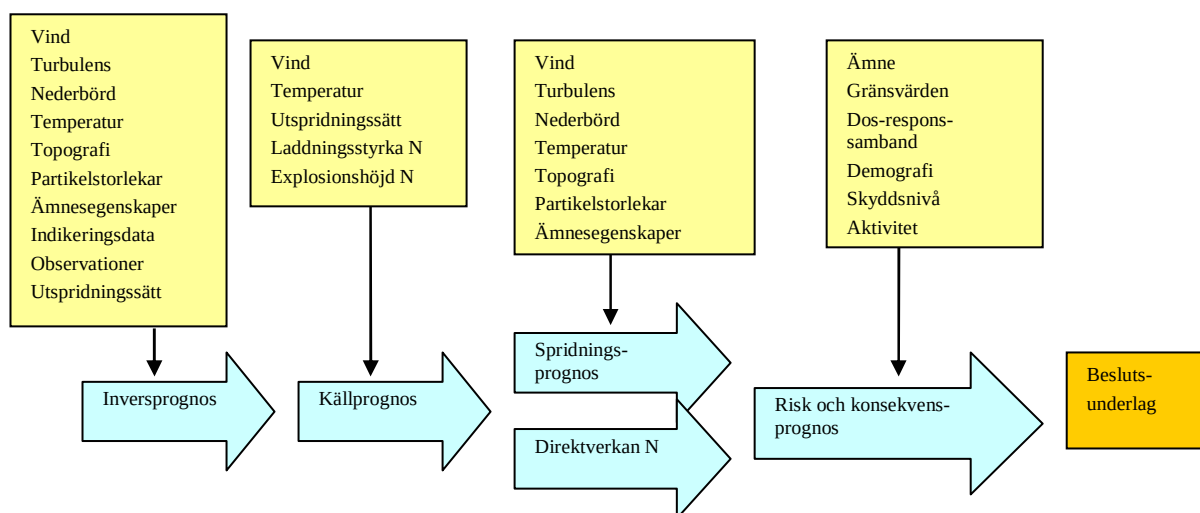
Modeller för att beräkna spridning av NBC-ämnen i luft för att kunna prognostisera utbredning, risker och möjliga konsekvenser av NBC-händelser är en av de centrala funktionerna i ett framtida NBC-ledningssystem. Ett NBC-ledningssystem där funktionen att prognostisera risker och konsekvenser för alla typer av NBC-händelser byggs upp kring ett flertal spridningsmodeller kan göra det möjligt att generera bra och väl underbyggda beslutsunderlag så att beslut kan fattas snabbt och med hög precision.

Modeller för att beräkna effekter efter exponering för NBC-ämnen är ett viktigt slutsteg efter spridningsberäkningar för att prognostisera riskområden och förväntade skadeutfall vid utsläpp av NBC-ämnen. Dessa modeller använder prognostiserade koncentrationsfält som indata för att beräkna sannolikhet för skada på exponerade individer eller materiel. Förutom data från spridningsprognoser krävs uppgifter om aktuell fysisk aktivitet, skyddsnivå och exponeringstid, samt eventuellt rörelsemönster.

Information om exponeringsdoser och riskavstånd i enlighet med användarens behov och önskemål ska kunna beräknas med modellerna. Är demografiska data för den aktuella situationen tillgängliga kan modellerna uppskatta hur många som kommer att bli skadade. Prognosen stöder därmed, bl.a., beslut för omfattningen av en räddningsinsats. Olika angreppssätt för N, B och C-ämnen, beroende på deras olika egenskaper och hur de orsakar strålskador, förgiftning eller sjukdom, måste kunna hanteras.

Användaren ska också kunna begära att för en given skyddsnivå få ett riskområde för en viss skadenivå utritat på en karta. Det går också att göra dos- och skaderiskberäkningar för personal med en given skyddsutrustning som rör sig genom det aktuella området.

För att kunna prognostisera risker och/eller konsekvenser måste ett antal beräkningssteg genomföras. I figur 4.1 illustreras de steg som måste genomföras för att få fram de risker och konsekvenser som kan uppstå vid en NBC-händelse. Beräkningskedjan genomlöps kontinuerligt så länge som ny och mer detaljerad information blir tillgänglig i systemet och innebär att systemet kontinuerligt kan leverera uppdaterade lägesbilder.



Figur 4.1 Kedja av prognoser vid en NBC-händelse för att bedöma risk och konsekvens som en del av ett beslutsunderlag.

Figur 4.1 beskriver den uppsättning modelltyper som täcker de huvudsakliga behoven för att uppnå systemeffekt i NBC-ledningssystemet, både för planering där tidskraven är måttliga, och i ett operativt skede där resultat måste kunna produceras i nära realtid för att uppnå eftersträvarde verksamhetsmål. Planering och operativt stöd ställer helt olika krav på spridningsmodellernas prestanda. Beräkningsmodellerna kräver i sin tur olika indata beroende på t.ex. var NBC-händelsen inträffar, i slät (horisontellt homogen) terräng, i komplex terräng med varierande underlag och måttliga höjdskillnader, eller i urban miljö med komplicerad geometri.

Mängden information som modellerna ska ta hänsyn till påverkar tiden för beräkningarna, stora mängder information ger långa beräkningstider. Ett viktigt arbete under planeringen inför en operation är att förbereda systemet så att det operativa stödet kan ges om något skulle hända. Inhämtning av statistiska data, såsom specifikation av terräng eller urban geometri, kan göras på förhand, så snart området för operationen är känt och lagras i informationsvaruhuset. Inhämtning av nödvändiga väderprognosdata kan påbörjas så snart prognoser efterfrågas för det aktuella uppdraget och pågå kontinuerligt tills avrapportering

skett. Möjligheten till denna typ av förberedelser innebär att ett bra operativt stöd i nära realtid kan tillhandahållas.

Gemensamt för många modeller i modellkedjan är beroendet av parametrar för atmosfär och underlag. Detta ställer krav på den information som måste finnas tillgänglig i lednings-systemet. De viktigaste atmosfäriska parametrarna är vindriktning och vindstyrka, turbulensnivå, lufttemperatur, molnighet (solinstrålning), nederbörd, och luftfuktighet. Parametrarna för underlaget kan delas upp i statiska och dynamiska parametrar. Statiske parametrar, som topografi (höjddata), skrovlighet (vegetationstyp), samt geometrisk beskrivning av explicita hinder som olika typer av byggnader, varierar mycket långsamt över tiden och kan hämtas från geografiska databaser i GIS. Dynamiska parametrar, som mark- eller vattentemperatur, markfuktighet, samt uppgifter om snö- eller istäcke för underlaget, är kopplade till de atmosfäriska förhållandena och måste hämtas från väderprognoser och observationer. Information om NBC-ämnenas olika egenskaper och om deras effekt på människor och materiel är indata vid beräkningar av risker och konsekvenser. Olika typer av skyddsutrustning och dess skyddsförmåga mot respektive N, B eller C-ämne samt aktörernas aktivitet och fysiologiska status är andra dynamiska parametrar som måste beaktas vid beräkningarna.

4.3.2 Sammanställning av modeller för spridnings- och riskprognoser

I tabell 4.2 redovisas kortfattat ett antal typer av modeller för spridnings-, risk- och konsekvensprognoser, samt deras möjligheter och begränsningar. Dessa modeller diskuteras i större detalj nedan, samt i kapitel 5 Forskning.

Tabell 4.2 Sammanställning av prognosmodeller

Modell	Möjligheter	Begränsningar
Riskprognos med enkla riskmallar	Små krav på indata	Konservativ, ger ej information om spridningsförloppet
Direktverkan av kärnvapen	Ger verkan för olika typer av mål och för de flesta verkansformer	Laddningsstyrka och explosionshöjd måste vara kända
Spridningsprognos för korta avstånd och slät eller måttligt kuperad terräng	Fungerar på korta avstånd från källan, använder lokala indata (mätning av vertikal profil eller beräkning med similaritetsteori). Tar hänsyn till deposition och återspridning.	Fungerar inte på långa avstånd (>30 km) från källan. Tar inte hänsyn till effekter pga. komplex terräng eller urban miljö.
Spridningsprognos för långa avstånd	Fungerar på långa avstånd från källan, tar hänsyn till storskaligt väder samt deposition och återspridning.	Fungerar inte på korta avstånd, kräver kontakt med vädertjänst, tar inte hänsyn till lokala effekter pga. komplex terräng eller urban miljö.
Noggrann spridningsprognos för urban miljö	Tar hänsyn till lokala effekter pga. komplex geometri (byggnader etc.), kopplat till omgivande väder, samt deposition och återspridning. Kan med tillräckliga indata modellera dynamiska förlopp med god noggrannhet.	Stor indatamängd, kräver långa beräkningstider eller stor beräkningskapacitet. Parameterkänslighet, krävande hantering av osäkerheter. Kräver beräkningsnät av god kvalitet.
Snabb spridningsprognos för urban miljö.	Tar hänsyn till lokala effekter pga. komplex geometri (byggnader etc.), kopplat till omgivande väder, samt deposition och återspridning. Ger resultat i nära realtid.	Mindre noggrannhet, på grund av statisk modellering av vind och turbulens. Kräver beräkningsnät av måttlig kvalitet.
Risk och konsekvensprognos baserad på spridningsprognos	Riskprognos ger stöd för lämpligt taktiskt uppträdande (t.ex. riskavstånd eller evakueringsvägar vid given skyddsnivå och aktivitet). Konsekvensprognos ger skadeutfall i absoluta tal och ger anvisningar för dimensionering av räddningsinsatser, saneringsbehov, sjukvårdsbehov etc.	Riskprognos kräver antaganden eller uppgifter om skyddsnivå och aktivitetsnivå, samt att relevant spridningsprognos finns tillgänglig. Konsekvensprognos kräver även demografiska data.

Enkla mallar - modeller för riskområden

Modelltypen omfattar källprognos, spridningsprognos och riskprognos, se figur 4.1. Om indata i stort sett saknas, en angiven plats för händelsen och en vindriktning är minimum, används mallar. En mall är ett i förväg beräknat typiskt riskområde baserat på koncentration- och riskberäkningar för dimensionerande scenarier under en mängd olika väderförhållanden. Idag finns fungerande, datoriserade och därmed relativt flexibla mallar för B-

och C-händelser. För radioaktivt nedfall från kärnvapen finns tillgång till mallar för närområdet. De vanligaste mallarna behöver mycket få indata. Plats, typ av agens och vindriktning är i många fall det enda som krävs. För en del mallar finns möjlighet att ge fler parametrar, exempelvis källstyrka, frigjord mängd agens, skadenivå eller utspridningssätt, men inte möjligheter att välja t.ex. beteendemönster. Mallen visar, på en karta, den sektor utanför vilken det innebär 5 % risk att bli exponerad och få lindriga skador. Mallen är pga. bristen i indata ett otillräckligt stöd när ett aktuellt uppdrag kräver att ett kontaminerat område ska beträdas eller att en uppgift ska lösas i området.

Modeller för invers prognos

Vid många överraskande NBC-händelser saknas information om källans/källornas läge och styrka. För att kunna uppskatta parametrarna för källan för en utspridning eller ett utsläpp av NBC-ämnen kan inversa modeller användas. En direkt spridningsmodell kan i princip användas baklänges. Genom en enkel modifikation kan koncentrationsfältet vid en given tidpunkt användas som källa för den inversa modellen och således ge en "invers plym" som underlag för att prognostisera källor vid tidigare tidpunkter. En spridningsmodell kan också användas för att från indikeringsdata och andra observationer bestämma källor. Detta görs genom att beräkna spridningen för ett stort antal antagna källor och välja den antagna källa som bäst passar ihop med givna indikeringsdata. En invers modell behöver främst data från indikeringsinstrument samt väderdata, lokalt observerade, erhållna från väderprognoser eller bådadera, men kan även ta hänsyn till andra observationer vid skattning av de troligaste källparametrarna. Inversa modeller kan också användas för att beräkna optimal utplacering av befintliga indikeringsresurser, för att så snabbt och säkert som möjligt beräkna källans läge. Det prognostiserade läget för utspridningen används sedan som indata för beräkning av riskområden med hjälp av enkla eller mer komplexa modeller för spridningsberäkningar.

Modeller för källprognos

För att uppnå hög tillförlitlighet hos spridningsmodellerna krävs det att inte bara källans läge är känt utan också att källstyrkan och andra relevanta egenskaper, t.ex. droppstorleksfördelning vid utsläpp av aerosol, kan bedömas eller beräknas med en källprognosmodell. Det är därför viktigt att utifrån alternativa utgångspunkter kunna sammanställa och bedöma källans karakteristik. Ett läckage från en stor tank kan exempelvis via rapporter eller foto/videoklipp beskrivas med skadans höjd över marken, hålets diameter, skadans form etc. Plats, tidpunkt, utsträckning i rummet och i tiden, ämne, mängd, typ (partiklar, vätska, aerosol, gas) och utspridningssätt, explosion, utläckning, utsprayning, är parametrar som ingår i en källmodell. Eftersom informationen om källans läge och egenskaper ofta är bristfällig finns ett behov av att snabbt kunna använda indikering för att i kombination med invers modellering bedöma dessa parametrar. I så fall måste ämnet först identifieras med indikering och följas av en invers prognos som ger en uppskattning av källans läge och styrka.

Modeller för direktverkan av kärnvapen

Vid användning av kärnvapen tillkommer behov av modeller för beräkning av direktverkan, vilken kan skapa enorma skador i närområdet, upp till tiotals km. Den direkta verkan från ett kärnvapen består av flera olika verkansformer. Eftersom dessa har olika beroenden av laddningsstyrka och explosionshöjd, är det nödvändigt att ha kontroll på samtliga verkansformer. Dessutom är den "viktigaste" verkansformen olika för olika måltyper.

De viktigaste direkta verkansformerna från ett kärnvapen är: Luftstöt våg: Denna skiljer sig inte från stöt vågen från konventionella explosioner annat än i fråga om styrkan, som naturligtvis är betydligt större. Stöt vågen verkar främst på byggnader, som får omfattande skador inom ett större område, och ger även tryckskador på människa. Den kraftiga vinden associerad med stöt vågen kan även ge upphov till s.k. sekundära och tertiära skador på människa, varmed avses skador till följd av kringflygande föremål, samt ikullkastning. Särskilt i stadsmiljö kan detta vara viktiga källor till skador på människa. Markstöt våg: Verkar främst mot underjordiska installationer. Värmestrålning: På grund av den enorma energifrigörelsen i ett kärnvapen, kommer vapenresterna att uppnå temperaturer på flera miljoner grader. Detta ger upphov till en puls av värmestrålning. Effekten av denna verkansform är främst brännskador på oskyddad människa, samt uppkomst av brand. Initialstrålning: Energin i ett kärnvapen härrör från kärnreaktioner, och i samband med sådana frigörs även olika former av joniserande strålning. De viktigaste i skadehänseende är neutroner och gammafotoner. De verkar främst mot människa och andra levande organismer, men slår även ut elektronisk utrustning. Elektromagnetisk puls (EMP): Denna är inte skadlig för människa, men förstör elektronisk utrustning. En höghöjdsexplosion över Centraleuropa skulle t.ex. få allvarliga följder över hela den europeiska kontinenten.

Eftersom olika mål har olika känslighet för var och en av verkansformerna, är det naturligt att skilja på de fysikaliska värdena, dosrat, stöt vågstryck, intensitet etc., som kvantifierar de olika verkansformerna och de skador som de ger upphov till. Det förstnämnda steget innebär att ur modeller och tabellerade data bestämma relevanta kvantiteter, medan det sistnämnda steget innebär fastställandet av verkanskriterier som är målberoende. Utifrån dessa kriterier kan sedan skaderadier bestämmas. Verkanskriterierna kan dessutom se mycket olika ut beroende på miljön, t.ex. om det handlar om öppen terräng eller urban miljö.

Spridningsmodeller

Basen för spridningsberäkningar är partikelmodeller, som finns i olika varianter. De kräver inte tillgång till särskilt kraftfulla datorresurser och kan därför enkelt utnyttjas i NBC-ledningssystemet. Spridningsmodellerna genererar koncentrationsfält, dvs. beräknad koncentration vid olika tidpunkter och olika platser och luftkoncentration på olika höjder ovan mark samt markkoncentration. Partikelmodellerna tar hänsyn till transport och utspädning i luft, men även deposition på mark och återspridning/avdunstning från mark. Dessutom kan partikelmodeller ta hänsyn till andra egenskaper som är avgörande för precisionen både i spridningsmodellen och i den efterföljande risk- och konsekvensprognosen. Exempel på sådana egenskaper är ålder, vilket gör att avklingning av radioaktiva eller biologiska agens kan beräknas, eller droppstorleksfördelning hos aerosoler, vilket förbättrar precisionen för beräkning av deposition och återspridning på mark samt upptag och filtrering i andningsvägarna högst väsentligt.

Om väderdata endast är kända lokalt kan en spridningsmodell för korta avstånd användas. En sådan tar endast hänsyn till vädrets variation med höjden, och fungerar på avstånd på upp till ca 30 km om terrängen är någorlunda slät.

Om väderdata över ett större område finns att tillgå från t.ex. väderlekstjänst, så kan en spridningsmodell för långa avstånd, mer än 30 km, användas. Modellen kan utnyttja stora mängder väderdata och används för beräkningar för långa avstånd, t.ex. spridning över stora delar av Europa. Sådana beräkningar skulle kunna utföras på t.ex. SMHI för att snabbt kunna köras med all den meteorologiska information som finns tillgänglig där.

Att beräkna spridning i stadsmiljö ställer krav på att modellen tillåter att enskilda objekt kan påverka och ändra spridningsmönstret från ett utsläpp. Det kan gälla hus eller träd som förändrar vindriktningen i den omedelbara närheten. En spridningsmodell för stadsmiljö ska därför kunna hantera geometrier av bl.a. hus, träd och marktopografi, vilket kräver specificering av underlagets geometri samt generering av beräkningsnät i den aktuella luftmassan ovanför underlaget. Dessutom ska modellen kunna hantera deposition och åter-spridning av aktuellt ämne även på husväggar och tak.

Beräkningstiderna för noggranna spridningsmodeller i stadsmiljö blir långa, främst på grund av det beräkningskrävande vindfältet. För att erhålla modeller med kortare svarstid kan man använda en förenklad, snabb vindfältmodell som grund för spridningsberäkningen, vilket innebär en bibehållen frihet ifråga om nyttjande av aktuella väderdata, samt relativt måttliga krav på beräkningsnätet. Om geometri och beräkningsnät finns tillgängliga på förhand så kan därmed spridningsberäkningar för urbana miljöer göras i nära realtid.

En alternativ metod för att få kortare svarstider innebär att man behåller den tidskrävande avancerade modellen och beräknar vindfält på förhand i ett antal typfall, som täcker några typiska meteorologiska situationer, med resultat lagrade i en databas. Vid en spridningsberäkning används sedan det fall som ligger "närmast" den aktuella vädersituationen. Detta kan sägas vara ett slags avancerade mallar för urban spridning. Ett exempel på denna metod är den amerikanska *CT-Analyst*, som för närvarande inte är tillgänglig för Försvarsmakten.

De två metoderna för att kunna leverera prognoser i nära realtid är naturligtvis behäftade med olika typer av osäkerheter. I den första metoden måste vissa förenklningar göras i vindfältmodellen och i den andra används en fiktiv, men likartad vädersituation för beräkningen. Felen i de två metoderna är jämförbara men den första kräver troligen mindre expertstöd när väl metoder för generering av beräkningsnät är utvecklade.

4.3.3 Tillförlitlighet och osäkerhet

En generell problemställning vid all modellering är vilken trovärdighet resultaten ska tillmätas. I en given situation kan exempelvis uppskattningen av källans läge och styrka göras med hjälp av en invers modell med indata i form av ett antal indikeringsvärden och rådande meteorologiska parametrar. I nästa steg används dessa framräknade värden för att med lämplig spridningsmodell beräkna ett troligt koncentrationsfält. Koncentrationen i olika delar av området används tillsammans med information om gränsvärden för aktuellt ämne i en modell för riskuppskattning som i grundformen förutsätter oskyddad personal. I det sista steget vägs skyddsnivå, aktivitet och demografi in och resulterar i en konsekvensprognos. Osäkerheten ökar successivt ju fler steg som ingår och idag finns bara en begränsad kunskap om hur osäkerheten i detta kan hanteras. För att ge beslutsfattare och andra berörda trygghet vid användningen av resultaten måste alltid resultatets osäkerhet och giltighet kunna anges. Bedömning av tillförlitligheten måste också ta hänsyn till operatörernas utbildning.

De flesta situationer då en modell används kommer i strikt mening inte att vara validerade mot fältexperiment. Tillförlitligheten måste i stället baseras på vetenskaplig konsensus om modellens giltighetsområde. Vid en förfrågan om spridningsberäkning så används samtliga tillgängliga spridningsmodeller så snart tillräckliga data finns för respektive modell, och resultatens tillförlitlighet värderas så snart de blir tillgängliga. På så sätt kan spridnings-

modeller på olika komplexitets- eller detaljnivå, alltifrån enkla mallar till avancerade partikelmodeller, i varje ögonblick bidra på ett optimalt sätt till beslutsunderlaget.

För mycket hög tillförlitlighet måste modellresultaten kompletteras med indikering. På lång sikt, då man kan förvänta sig tillgång till stora indikeringsresurser, bör ett system för data-assimilation utvecklas, där spridningsmodellerna tar hänsyn till indikeringsdata i realtid.

4.4 Stöd för NBC-utbildning

Hög kompetens om NBC-skydd är central om Försvarsmakten ska kunna verka i NBC-miljö med rimligt hög säkerhet och effektivitet. Detta gäller i allmänhet all personal, men i synnerhet personal med uppgifter inom NBC-skyddsverksamheten. För att uppnå detta krävs både en grundläggande utbildning som håller god kvalitet, men även ett kontinuerligt lärande i form av vidareutbildning och repetition.

Traditionella utbildningsformer där utbildning främst bedrivs i grupp ställer stora organisatoriska, tidsmässiga och ekonomiska krav. För att sänka tröskeln för arbetet med kompetensutveckling krävs nya utbildningsformer som stödjer ett mer individanpassat och flexibelt lärande. Ett avancerat ledningsstödssystem spelar en central roll i detta sammanhang, eftersom det ger möjlighet till

- anpassat utbildningsmaterial
- interaktiva övningar
- distribuerad utbildning (distansundervisning)
- integrerad kvalitetssäkring (uppföljning)

Ledningsstödet för NBC-utbildning måste innehålla kursmaterial (litteratur, föreläsningar, power-point-material, övningsuppgifter) för väldefinierade utbildningsmål på flera nivåer, och detta material måste tillhandahållas för olika förkunskapsnivåer. Vidare behövs en interaktiv funktion, som gör att systemet kan ge respons och kommentarer till de övningsuppgifter eleverna försöker lösa, så att hon/han blir stimulerad att arbeta vidare.

För de elever som ska tränas i uppgifter där ledningsstödet är ett arbetsverktyg, är det viktigt att utbildningsstödet i relevanta delar liknar det skarpa systemet. Detta möjliggör på ett pedagogiskt sätt positiv överföring till det skarpa systemet och därmed till verkliga förhållanden. Utbildningsstödet måste dock vara anpassat för just utbildning och stödja uppbyggnaden av kunskap som går utöver handhavande av det specifika systemet.

De lärare som är inblandade i utbildningen behöver ha tillgång till lärarhandledningar eller pedagogiska anvisningar, instruktioner för genomförande av praktiska övningar för att träna färdigheter, liksom till instruktioner för hur examination ska genomföras, dvs. verifiering av att kursmålen uppnåtts.

Vidare ska kvalitetssäkring av utbildning, t.ex. i form av examinationsresultat, integreras i utbildningsstödet. Uppnådda kunskapsmål ska finnas tillgängliga i den personalresursdatabas som ingår i Försvarsmaktens ledningssystem. Denna information spelar en viktig roll för att organisera behovssammansatta styrkor. Uppföljning i form av kursutvärderingar är en nödvändig del för att kontinuerligt kunna utveckla form och innehåll i utbildningen, och ska ingå som en integrerad funktion i utbildningsstödet.

4.5 Resursbehov

Sett ur ett verksamhetsperspektiv omfattar resurser allt som behövs för att verksamheten ska kunna producera nytta för kunden. Behov av resurser uppstår i de aktiviteter som genomförs i verksamheten. Arbetet med att tillhandahålla resurser sköts centralt i Försvarmakten av logistikfunktionen, vars huvuduppgift är att säkerställa att olika funktioner försörjs med personal med relevant kompetens och lämplig materiel för att lösa sina uppgifter. På en övergripande nivå bedöms inte resursförsörjning till NBC-skyddsfunktionen ställa några andra krav på ledningssystemet än de som kan tillgodoses genom logistikfunktionens ordinarie verksamhet.

I planeringsskedet inför genomförandet av en NBC-uppgift behöver den planeringsansvarige ha tillgång till resurslägesinformation om såväl materiel som personal. Uppgifter om materielens egenskaper, typ och kvantitet, tillgänglighet, när och hur länge den är tillgänglig och var den finns att tillgå, prestanda och status är viktig information. Denna information är tillsammans med information om uppdragets karaktär och behov underlag för att kunna optimera val av materiel och för att göra en preliminär bedömning av huruvida tillgänglig materiel är tillfyllest för att genomföra den aktuella uppgiften. Vilken personal, både personal inom NBC-skyddsfunktionen och annan personal, som finns tillgänglig för genomförande av den aktuella uppgiften är viktig information i processen att skapa en väl underbyggd plan. Information om personalens grad och kompetens samt uppgifter om deras fysiologiska och medicinska status och personliga skyddsutrustning är också viktig i detta sammanhang.

Det bör även vara möjligt att på ett relativt direkt sätt, i anslutning till informationen om det aktuella resursläget, kunna rekvirera och få kvittens på materiella och personella resurser. En kvitterad rekvisition bör naturligtvis i möjligaste mån innebära att relevant materiel och personal sedan finns tillgänglig vid rätt tidpunkt och på rätt plats. Om förutsättningarna för tillgång till rekvirerade och kvitterade resurser ändras, måste information om detta kunna nå berörda på olika nivåer i organisationen. Eftersom det är möjligt att flera rekvisitioner kan komma att ta samma resurser i anspråk, är det viktigt att ledningssystemet stödjer möjligheten till avdömning. Det innebär att högre chef måste kunna prioritera olika rekvisitioner mot varandra och styra fördelningen av resurser. Varje rekvisition bör därför kunna innehålla flera olika alternativ.

Allt detta förutsätter att ledningssystemet innehåller en databas för resurshantering som är gemensam för hela Försvarmakten och som kan nyttjas av såväl NBC-skyddsfunktionen som andra funktioner. Resursdatabasen måste uppdateras löpande och hållas aktuell, t.ex. efter rekvisition av personal och materiel eller utifrån de uppföljningsrapporter som produceras i samband med avveckling och utvärdering av genomförda uppgifter.

Notera att de resurser som identifierats i processkartan har en helt annan karaktär än de resurser som beskrivs ovan och som administreras av logistikfunktionen. Ur ett ledningssystemsperspektiv ligger fokus på de resurser som kan implementeras i ett ledningsstöd. Exempel på ledningssystemresurser är:

- Information, t.ex. lagrad kunskap, uppmätta värden
- Presentation, t.ex. kartbild, spridningsområde
- Aggregering/beräkning, t.ex. beräkningsmodell
- Kommunikation, t.ex. överföring av tal, förmedla varning

- Automatiserade funktioner, t.ex. aktivering av skydd.

De identifierade ledningssystemresurserna utgör tillsammans behovsspecifikationen för ledningssystemet 2014.

5 Forskning

Syftet med att utveckla prognosmodeller är att kunna göra risk- och konsekvensprognoser snabbt, med hög precision och kvalitet. I detta avsnitt redovisas de forskningsinsatser som genomförts inom ramen för projektet Demo NBC-ledningssystem, etapp 1, nämligen den jämförelse som gjorts mellan tre modeller för spridning i urban miljö för att identifiera vilken modell som kan vara en optimal utgångspunkt för forskning och utvecklingsarbete. Dessutom redovisas utvecklingen av en modell för att göra inversa prognoser, som kan användas för att beräkna den bästa utplaceringen av sensorer för bästa möjliga täckning med en begränsat antal mätpunkter.

5.1 Modeller för urban spridning

Fokus för spridningsmodeller flyttas alltmer till modellsystem som ger en god bild av spridningsförlopp i urbana miljöer. En inventering av tillgängliga modeller har gjorts, och modellen UDM (Urban Dispersion Model), som utvecklats vid DSTL¹¹, har testats och MSS (Micro Swift Spray), som utvecklats av ARIA Technologies, har värderats. Vidare har ett forskningsprojekt initierats vid FOI för att skapa ett modellsystem som ska reducera de svagheter som bl.a. UDM och MSS har. En kort översikt ges här av de tre modellsystemen. Termen "modellsystem" används i detta sammanhang för att beteckna de tre steg som erfordras, nämligen 1) att skapa ett beräkningsnät som återspeglar stadsbilden, 2) en modell för luftens rörelser i detta nät, och slutligen 3) beräkning av det koncentrationsfält som uppstår beroende på vilket ämne som sprids ut.

5.1.1 Urban Dispersion Model (UDM)

Modellen UDM utvecklas vid DSTL och hanterar förändringar i ytråhet¹² och interaktionen med hinder i terrängen, såsom byggnader och annan infrastruktur. Modellen antar tre olika regimer som styr hur spridningsberäkningarna hanteras: i öppen terräng, i urban miljö och i miljöer med infrastruktur i "större skala". Spridning behandlas med ett stort antal puffar/moln som ges en tillväxthastighet beroende av omgivningen. Puffarna transporteras av en vindfältsmodell, som dock inte tar hänsyn till hindren; spridning kring dessa hanteras i stället genom uppdelning av puffarna då hindren passeras. Giltighetsområdet för UDM, version 2.2, anges vara från 100 meter till 10 km. Modellen är snabb, har genomgått omfattande jämförelser med vindtunnelförsök, och har ett väl utvecklat användargränssnitt. Flera aspekter på spridning i stadsmiljö tar dock UDM, version 2.2, inte hänsyn till, nämligen:

- Deposition och återspridning av aerosoler kan inte hanteras.
- Modellen är inte giltig för mycket korta avstånd.
- Begränsade möjligheter att effektivt handha geometriska objekt.

5.1.2 Micro Swift Spray (MSS)

Modellen/systemet MSS, som består av vindfältsmodellen USWIFT och partikelmodellen USPRAY, utvecklas vid ARIA Technologies och är en snabb spridningsmodell för urban

¹¹ DSTL, Defence Science and Technology Laboratory, Storbritannien

¹² ytråhet, ett mått på markytans skrovlighet.

miljö av samma typ som skisseras i avsnitt 5.1.3. Modellen hanterar komplex geometri för att producera ett beräkningsnät. USWIFT använder sig av interpolation och korrektion för att ta fram ett vindfält i vilken partiklar sprids. Impuls- och energiflödet hanteras dock inte. Lävakar hanteras i korrektionsfasen i USWIFT. Stabilitet hanteras med ett antal olika metoder även lokalt, beroende på terräng och temperaturgradient. USPRAY hanterar reflektion mot ytor och information om turbulens överförs från USWIFT till USPRAY.

Hanteringen av geometrier, tillsammans med användningen av en etablerad, snabb vindfältmodell och partikelmodell för beräkning av koncentrationsfältet, tyder på att detta är ett väl genomarbetat modellsystem. De viktigaste begränsningarna är

- Deposition och återspridning hanteras inte.
- Vindfältmodellen verkar inte ta hänsyn till det atmosfäriska gränsskiktet i tillräcklig utsträckning.

5.1.3 FOI urban modell

FOI har länge utvecklat partikelmodeller för platt (horisontellt homogen) terräng, som tar hänsyn till deposition, återspridning och atmosfärisk gränsskiktsmeteorologi, antingen baserad på similaritetsteori (korta avstånd) eller väderprognosdata (långa avstånd). Målsättningen är att utvidga dessa spridningsmodeller till urban miljö. För att få en komplett modell krävs följande tre delmodeller:

Delmodell ett, som skapar ett beräkningsnät¹³ och använder tillgänglig information om terrängens utseende för aktuellt område, från t.ex. digitala kartor, och i form av höjddata för markytan, samt information om position och höjder för byggnader.

Delmodell två, som beräknar vindfältet, dvs. luftens rörelser i det aktuella området, med en vindfältmodell, baserad på beräkningsnätet från delmodell ett. Tillgänglig information om meteorologiska förhållanden används som indata i modellen.

Delmodell tre, som är en partikelspridningsmodell baserad på det beräknade vindfältet från delmodell två. Här beräknas spridning och koncentration av utspritt agens i det aktuella området. Modellen tar hänsyn till deposition och återspridning.

Modeller som idag är tillgängliga på FOI och som delvis realiserar denna målsättning inkluderar ICEM-CFD för generering av beräkningsnät, FOAM för avancerad vindfältberäkning och PELLO, som är egenutvecklade partikelmodeller för spridning, samt PHOENICS, som delvis realiserar alla tre delmodellerna. Huvudsakligen återstår nu följande arbete:

- utveckling eller anpassning av snabb vindfältmodell med koppling till meteorologiska data.
- vidareutveckling av partikelmodeller för att fungera (med deposition och återspridning) även i komplexa geometrier.

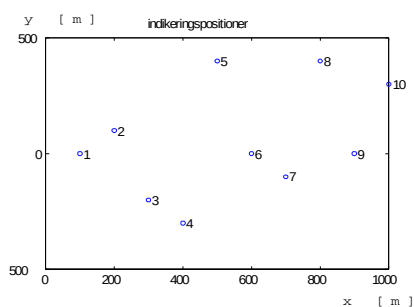
¹³ Spridningsvolymen indelat i ett nät av celler av varierande form och storlek.

5.2 Modeller för invers prognos

Modeller för att beräkna inversa prognoser kan grovt indelas i två kategorier, nämligen optimeringsmodeller respektive inversa dynamiska modeller, vilka behandlas i följande två avsnitt. I det tredje avsnittet beskrivs kortfattat en Bayesisk statistisk metod, som utvecklats inom ramen för projektet Demo NBC-ledningssystem, och som hanterar de problem som både optimeringsmodeller och inversa dynamiska modeller uppvisar, för mera detaljer än nedan se bilaga 5.1.

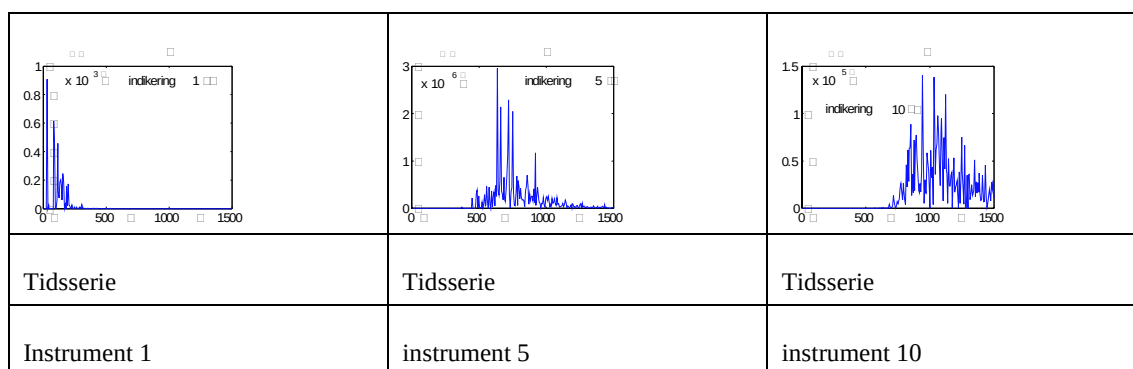
5.2.1 Invers prognos genom optimering av indata till direkt spridningsmodell

En spridningsmodell kan användas för att från indikeringsdata och andra observationer bestämma läge och styrka för källor, genom att beräkna spridningen för ett stort antal antagna källor och välja den antagna källa som bäst passar ihop med givna indikeringsdata. För ett konkret exempel kan vi tänka oss ett antal indikeringsinstrument utplacerade i terrängen, vilket illustreras i figur 5.1.



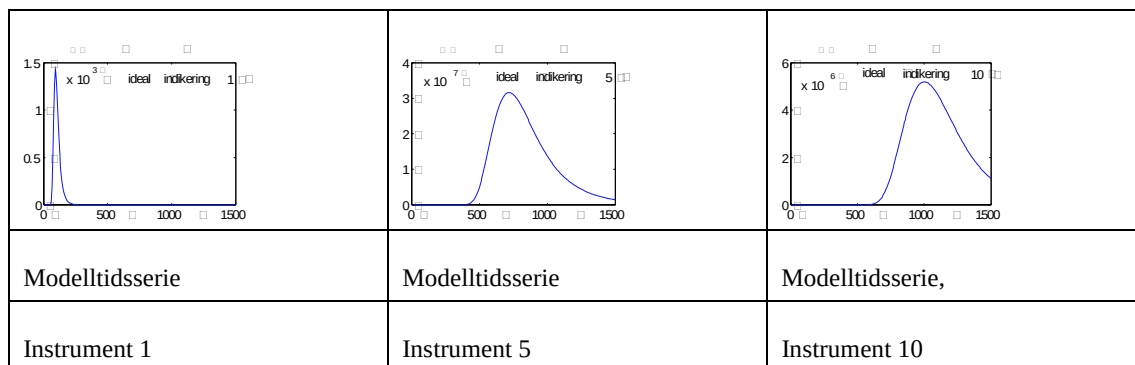
Figur 5.1. Indikeringspositioner

Koncentrationstidsserier, dvs. koncentration som funktion av tid, från t.ex. instrument nr. 1, 5 och 10, kan se ut som i figur 5.2.



Figur 5.2. Koncentrationstidsserier från indikeringsinstrument

Modellkoncentrationer med antagna källparametrar överensstämmer i högre eller lägre grad, beroende på parametervärden och modell. För en Gaussisk puffmodell ges motsvarande koncentrationstidsserier för bästa parametervärden i figur 5.3.



Figur 5.3. Modelltidsserier för bästa val av parametrar.

De bästa källparametrarna bestäms genom att ställa upp ett optimeringsproblem över källparameterrymden, där en målfunktion (ett mått på avvikelsen mellan verkliga och modellerade indikeringsdata) ska minimeras. Indikeringsdata fluktuerar kraftigt på grund av den atmosfäriska turbulensen. För att få en robust algoritm bör lämplig statistisk estimeringsmetod användas. För mer detaljer hänvisas till bilaga 5.1. Invers prognos med denna metod förutsätter att spridningsmodellen används ett stort antal gånger, vilket är möjligt i nära realtid endast för mycket enkla spridningsmodeller. Om mer avancerade, tidskrävande modeller ska användas måste de formuleras som inversa dynamiska modeller, där simuleringen görs bakåt i tiden.

5.2.2 Invers prognos genom inversa dynamiska modeller

En direkt spridningsmodell kan i princip användas bakåt i tiden genom en enkel modifikation av de dynamiska ekvationerna, där koncentrationsfältet vid en given tidpunkt kan användas som källa för den inversa modellen och således ge en "invers plym" som underlag för att prognostisera källor vid tidigare tidpunkter. Denna metod har två fundamentala begränsningar. Den ena begränsningen är otillräcklig information, därför att koncentrationsfältet är känt endast i ett fåtal punkter, nämligen vid indikeringsinstrumenten. För att hantera detta problem måste en lämplig hypotes om källans beskaffenhet införas. Det andra fundamentala problemet är att de inversa dynamiska ekvationerna är instabila, vilket måste hanteras med lämplig regulariseringsteknik. Sammanfattningsvis karakteriseras det inversa problemet som illa ställt.

5.2.3 Invers modellering med Bayesisk metod

En Bayesisk metod, som hanterar både de informations- och instabilitetsproblem som diskuteras i avsnittet ovan, har utvecklats och implementerats. Osäkerheten i käll- och koncentrationsfält hanteras genom införandet av sannolikhetsfördelningar på respektive parameterrymden. Initialt får modellen indata i form av parametrar för en s.k. *a priori*¹⁴-fördelning på källparameterrymden, vilket inkluderar information av subjektiv karaktär (t.ex. underrättelseinformation om troliga områden eller tidpunkter för utsläpp), och en initial källprognos kan göras. Allteftersom indikeringsdata blir tillgängliga uppdateras

¹⁴ Före erfarenheten, vilken här står för mätvärden från indikeringsinstrument

källprognosen genom statistisk inferens med avseende på en *a posteriori*¹⁵-fördelning, bestämd av inkomna indikeringsdata. Inferensen görs genom stickprov från en lämplig slumpprocess¹⁶ på parameterrymden med sekvensiell Monte Carlometod för att erhålla en beräkningsbar modell med tillräckliga prestanda. Modellen uppdaterar stickproven från *a posteriori*-fördelningen sekvensiellt, i takt med att nya indikeringsdata tillkommer. Sekvensiell Monte Carlo kan också användas i optimeringsmetoden ovan. Metoden har tillämpats på en Gaussisk plymmodell, vilket redovisas i en kommande FOI-rapport. Vi hänvisar återigen till bilaga 5.1, för en mer detaljerad beskrivning av det Bayesiska ramverket. De systemeffekter som uppnås med denna metod är:

- Möjlighet att ta hänsyn till såväl subjektiv information som indikeringsdata
- Uppskattning av osäkerheter
- Kort beräkningstid

Två viktiga potentiella tillämpningar av den inversa modellen är möjligheten till optimal styrning av sensorer samt bestämning av säkra områden.

5.2.4 Styrning av sensorer

Med hjälp av stickproven från *a posteriori*-fördelningen kan ett kvantitativt mått¹⁷ på osäkerheten i den skattade källparametervektorn beräknas, där detta mått beror av sensorernas placering. På så sätt kan osäkerheten minimeras med avseende på möjliga eller tillåtna konfigurationer, med hjälp av metoder för optimal design av experiment. Systemeffekten av detta är ett beslutsstöd för optimalt utnyttjande av indikeringsresurser.

5.2.5 Skattning av säkra och blinda områden

Varje uppställning av indikeringsinstrument har vid en given vädersituation ett visst beroendebereich från vilket instrumenten kan fånga upp agens. Skattning av beroendebereich kan användas av systemet för bestämning av säkra områden genom skattning av beroendebereichet för de indikeringsinstrument som ger nollutslag. Komplementet av alla beroendebereichen utgör mätuppställningens blinda områden, där situationen är okänd. Systemeffekten av en skattning av dessa områden är ett beslutsstöd för säkra evakueringsvägar (säkra områden) samt beslutsstöd för allokering av nya indikeringsresurser (blinda områden).

5.3 Källmodeller

Ett antal källmodeller för utsläpp eller utspridning av toxiska kemikalier och substanser har utvecklats och används idag på FOI. Stor kunskap om utsprängning, utsprayning och avdunstning för BC-stridsmedel finns, men är inte sammanställd i en form som enkelt kan utnyttjas i NBC-ledningssystemet. Motsvarande gäller också för spridning av radioaktiva partiklar från kärnvapen samt vid kärnkraftsolyckor. Källdata för en radiologisk bomb¹⁸ är svåra att förutsäga.

¹⁵ Efter erfarenheten, dvs. när mätvärden blivit kända

¹⁶ En s.k. Markovkedja med *a posteriori*-fördelningen som stationär fördelning

¹⁷ Baserat på den s.k. Bayesiska Fisherinformationsmatrisen.

¹⁸ Eng. *Dirty Bomb*, eller Radiological Dispersion Device, anordning för spridning av radionuklider.

5.4 Tillförlitlighet och osäkerhet

Validering av en spridningsmodell innebär en jämförelse mellan observerade och modellerade koncentrationer. Eftersom atmosfärisk spridning är slumpmässig till sin natur, är det endast meningsfullt att modellera statistiska medelvärden av de observerade koncentrationerna. Dessa medelvärden måste per definition bildas från mätningar under "identiska förhållanden"¹⁹, vilka är modellberoende och avgörs av vilka meteorologiska parametrar modellen ifråga tar hänsyn till. Valideringen görs genom att visa att skillnaden mellan observerad koncentration och modellerad koncentration har medelvärde noll med statistisk hypotesprövning²⁰.

Då modellen används operativt råder sannolikt en situation för vilken modellen inte validerats enligt ovan. I detta fall kan endast en subjektiv bedömning av tillförlitligheten göras, baserad på vetenskaplig konsensus avseende modellens giltighetsområde. Någon objektiv feluppskattning mot en absolut, objektiv sanning finns inte²¹. Hantering av felkällor kan sammanfattas enligt tabell 5.1.

Tabell 5.1. Hantering av felkällor vid atmosfärisk spridningsmodellering

Felkälla	Hantering
Mätfel, avvikelse från medelvärde på grund av fel i mätutrustning eller handhavande "mänskliga faktorn"	Mätinstrument: osäkerheten kan kvantifieras genom kalibrering i laboratorieförsök
	Mänskliga faktorn: utbildning, rutiner.
Inneboende osäkerhet på grund av variationer i parametrar som modellen inte tar hänsyn till.	Vetenskaplig konsensus avseende modellens giltighetsområde. Hur viktiga är faktorer som modellen inte tar hänsyn till?
Osäkra modellparametrar. Modellparametrar måste uppskattas från meteorologiska mätningar eller observationer, vilka är behäftade med fel av liknande orsaker som koncentrationmätningarna.	Stabilitetsanalys, feluppskattning kan i princip beräknas.
Fel i modellformulering, kan vara programmeringsfel, "buggar" eller fel i den formella matematiska hanteringen av modellen.	Vetenskaplig konsensus, oberoende granskning av modell

¹⁹ Ensemblemedelvärden betingade på aktuella modellparametrar

²⁰ Standard ASTM D6589 för validering av atmosfäriska spridningsmodeller

²¹ Se Oreskes et al: Verification, Validation and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences. *Science*, vol. 263, Nr. 4, 1994, s. 641-646.

6 Test och provning

Ledning är en integrerad del av en organisation. Det kan tyckas vara ett trivialt påstående, men ändå behandlas ledning ofta som ett delområde som kan separeras från övriga aspekter av verksamheten. För att kunna utforma ett lämpligt ledningsstöd måste man ha realistiska antaganden om vad som händer i en organisation, och därför är det naturligt att utveckling av stöd för ledningsfunktioner, både med avseende på form och innehåll, måste härledas från organisationens mål, huvuduppgift och kärnverksamhet. Ett system består både av tekniska och sociala nätverk, och grundtanken med ett tekniskt ledningsstöd är att det ska stödja den aktuella verksamheten och de som utövar den. Detta resonemang borde göra det omöjligt att i praktiken se ett IT-baserat ledningsstöd för en verksamhet som en separat produkt. Ledning handlar i grunden om kommunikation (informationsutbyte) och beslutsfattande, oavsett om det är en människa som utövar dessa aktiviteter fullt ut eller om de till del sker automatiskt, i ett system som designats (av människor) för ändamålet.

Det handlar följaktligen om att integrera flera olika perspektiv i utvecklingsarbetet; teknik, metod, organisation och kompetens. Alla dessa delar – i samspel – är nödvändiga för att skapa ett väl fungerande och användbart ledningsstöd. Det finns många exempel på att det inte är optimalt att alltför ensidigt satsa på utveckling inom ett område i taget, t.ex. teknik, utan att samtidigt ta hänsyn till de övriga. Ett sådant "stuprörstänkande" leder ofelbart till samordnings- och integreringssvårigheter längre fram. Målet är ju att skapa största möjliga systemeffekt i det sammansatta systemet, inte att optimera varje delsystem för sig. Andra faktorer som också måste beaktas vid utveckling av ledning och ledningssystem är händelser i omvärlden och det faktum att delar av verksamheten utförs av människor. Att omvärlden är föränderlig och att vissa händelser kan vara mycket svåra att förutse känner alla till. Men det är också viktigt att förstå att den sociala kontexten, som beror bl.a. på grupprelationer och individers motivation, alltid har en inverkan på hur verksamheten leds och utförs – organisationer består ju av individer. Dessa faktorer är dynamiska till sin natur och är naturligtvis svåra att hantera i arbetet med att utveckla stöd för ledning. I många fall leder det tyvärr till att dessa frågor ofta hamnar i skymundan i utvecklingsarbetet, helt enkelt därför att man, i syfte att reducera komplexiteten i uppgiften, väljer att bortse från dem. Resultatet blir i värsta fall ett system som inte är anpassat till verksamhetens och kontextens verkliga komplexitet och inte heller till människorna som ska använda det.

Inom Försvarsmakten har man alltmer börjat uppmärksamma problematiken kring bristen på integration i utvecklingen mot ett nätverksbaserat försvar. Man har blivit medveten om svårigheterna i att samordna och skapa ett fruktbart utbyte mellan de olika utvecklingsspåren som representeras av Ledsyst-projekten. Utvecklingen inom demonstratorverksamheten kan tolkas som att man nu tillmäter arbetet med att skapa integration mellan Ledsyst-projekten större betydelse, och i större utsträckning än tidigare verkar sträva efter att pröva teknik, metod och organisation i samverkan. Det finns även tecken på att området som behandlar människans roll i NBF aktualiseras, samtidigt som diskussionen också vidgas. Begreppet "Människan i NBF" handlar inte bara om gränssnitt, och hur sådana bör utformas för att underlätta människors interaktion med de tekniska systemen, utan även frågor kring exempelvis sociala nätverk, tillit och förtroende får en mer framträdande roll, både avseende tekniska system och t.ex. i samband med distribuerad ledning och tillfälligt sammansatta förband och staber.

När man utvecklar komplexa system är det nödvändigt att kontinuerligt kunna pröva om man är på rätt väg. Det är praktiskt att, allt eftersom utvecklingsarbetet fortskrider, kunna

skapa modeller och hypoteser om olika konsekvenser av det system som utvecklas, och att kunna pröva dem utan att direkt behöva ta de ekonomiska och praktiska risker som är förknippade med användning av systemet i skarpa situationer. Resultaten från praktiska försök måste tas tillvara i utvecklingsprocessen på ett sådant sätt att de kan ligga till grund för vidare utveckling av systemet, generering av nya hypoteser och kommande empiriska test. Försökstillfällena bör innebära möjligheter att på olika sätt genomföra verklighetsnära prövningar, där strävan är att integrera flera olika verksamhetsperspektiv. Förutom tekniska och funktionella lösningar bör alltså även andra delar (såsom kunnig personal, metod- och organisationsaspekter) finnas representerade, så att de kan prövas tillsammans. Detta ställer naturligtvis särskilda krav på metodik för design av praktiska försök, och inte minst för utvärdering och återföring av resultaten.

Ett iterativt arbetssätt är alltså en viktig del i sådan ansats, liksom att "användare", dvs. de som ingår i verksamheten idag och som kan komma att göra det i framtiden, deltar på ett konstruktivt sätt. Det ligger i Försvarmaktens intresse att aktivt delta i att skapa det ledningssystem som ska stödja deras egen verksamhet i framtiden. Delaktighet är viktigt, inte bara för att kunna påverka slutresultatet, utan även för att inom den egna organisationen långsiktigt bygga upp intresse, kompetens och acceptans gällande det nya ledningsstödet.

Projektets uppgift under etapp 1 har varit att beskriva ett framtida ledningssystem för NBC-skyddsfunktionen. Samtidigt har det varit viktigt att skapa förståelse och få gehör för vårt arbete hos kunden och andra viktiga intressenter. Vår erfarenhet är att NBC-skyddsverksamheten upplevs som abstrakt av många, och det finns en tendens att vilja förenkla både verksamhetens innehåll och dess betydelse för Försvarmaktens verksamhet. För att underlätta dialogen med att skapa förståelse för vårt arbetssätt, har ett tekniskt hjälpmedel; en testbädd konstruerats. Testbädden har fungerat dels som verktyg för att utveckla och testa koncept för tekniska lösningar och dels som hjälpmedel för att kunna visualisera framtida funktioner i ledningsstödet. Under etappen har det även gjorts försök för att skapa förutsättningar och metoder för iterativt och användarcentrerat arbetssätt, t.ex. genomfördes ett försök vid SkyddC i april 2004 och en workshop arrangerades vid FOI NBC-skydd i november samma år.

6.1 Metoder för test och provning

Tre aktiviteter som har genomförts under etapp 1 är en metodstudie, ett praktiskt försök tillsammans med användare på SkyddC samt en workshop med deltagare från Försvarmakten och FMV. Viktiga syften med aktiviteterna var att skapa förståelse för projektets arbete, och för att prova och utveckla det iterativa och användarcentrerade arbetssätt som vi anser vara en av de viktigaste framgångsfaktorerna i den fortsatta utvecklingen av ledningsstödet.

6.1.1 Metodstudie: Användarbaserad verksamhetsmodellering som verktyg för att beskriva NBC-skyddsfunktionen²²

I slutet av 2003 och början av 2004 genomfördes försök med användarbaserad modellering som metod för att beskriva NBC-skyddsfunktionen. Sammanlagt tre modelleringssessioner genomfördes; dels på plats hos de svenska styrkorna i Kosovo och Demokratiska Republiken Kongo, och dels i Sverige, tillsammans med representanter för NBC-funktionen på operativ och strategisk nivå inom Försvarmakten. Den process och de produkter i form av grafiska modeller som metoden genererar kan t.ex. användas som underlag för att skapa simuleringar i syfte att pröva processer och funktioner i ett tänkt ledningsstöd. Syftet med studien var även att skaffa kunskap om hur dagens NBC-skyddsverksamhet fungerar vid internationella insatser.

6.1.2 Praktiskt försök: Vetenskapligt arbetssätt som modell vid ledningssystemutveckling²³

I april 2004 genomfördes ett praktiskt försök, i samarbete med ett annat FOI-projekt, Evolva²⁴, på SkyddC. Ett viktigt syfte med försöket var att prova ett vetenskapligt, iterativt och användarcentrerat arbetssätt, som modell för att utveckla ledningsstöd för NBC-skyddsfunktionen. Projektet Evolva har under de senaste åren genomfört en rad praktiska försök med aktionsinriktning, dvs. ansatsen innebär att empiriska prövningar ses som en naturlig del i utvecklingsprocessen. Användare och domänexperter spelar en viktig roll vid denna typ av försök och projektet har bl.a. stöttat LedsystM och demonstratorverksamheten i LedUtvC i Enköping. Försöket genomfördes i spelform, som en stabsövning. Den organisatoriska ramen var den nya nationella NBC-insatsstyrkan. Vid försöket på SkyddC simulerades på ett enkelt sätt automatiserad bearbetning och analys av sensordata, en funktionalitet som är tänkt att ingå i det nya ledningsstödet. Vid tiden för genomförandet var testbädden fortfarande under uppbyggnad och därför skapades istället simuleringen av den tänkta funktionaliteten i ledningsstödet med hjälp av html-genereringar i ledningsträningssystemet vid SkyddC. Mot bakgrund av ett scenario fick staben prova att leda en insats både med de hjälpmedel som används idag och med ett ledningsstöd med den tänkta framtida funktionaliteten. Deltagarnas synpunkter och erfarenheter dokumenterades och togs tillvara vid en diskussion efter försöket. Tanken är att deltagarnas bidrag, tillsammans med resultatet från hypotesprövningen, ska kunna fungera som underlag för fortsatt utvecklingsarbete.

Erfarenheter från det aktuella försöket på SkyddC visar att Försvarmaktens personal hade en mycket viktig roll i förberedelsearbetet, eftersom de i detta fall stod för både NBC-domänkunskap, förmåga att organisera militära stabsövningar och kunskap om tekniska lösningar som behövdes för att skapa försöksbetingelserna. En erfarenhet från försöket är betydelsen av att också försöksdeltagarna är väl insatta och delaktiga i såväl målet med utvecklingsarbetet, som arbetsformerna för att nå målet. Med facit i hand är det lätt att inse att större vikt borde ha lagts vid att åstadkomma detta inför försöket på SkyddC. Men en ännu viktigare slutsats är den att om den personal som ingår som försöksdel-

²² Holmström, H., Danielsson, T. och Wikberg, P., 2005. "Användarbaserad verksamhetsmodellering som verktyg för att beskriva NBC-skyddsfunktionen". FOI Memo 1326.(under tryckning)

²³ Holmström, H., Danielsson, T. och Wikberg, P., 2005. "Vetenskapligt arbetssätt som modell vid ledningssystemutveckling". FOI-R-1355-SE. (under tryckning)

²⁴ FOI-projektet Evolva – metoder för utveckling och utvärdering av ledningssystem

tagare/användarrepresentanter byts ut mellan de provningstillfällena så kommer man tvingas göra samma investering gång på gång under utvecklingsarbetet. Anledningen till detta är naturligtvis att det är ett minimikrav att personalen som medverkar åtminstone hyser något engagemang för, och alltså följaktligen måste vara insatta i, det arbete som de ska utföra.

6.1.3 Workshop som ett led i förankringsarbetet

Workshopen som anordnades på FOI NBC-skydd i november 2004 var ett steg i samma riktning. Målet var att demonstrera tjänster som implementerats i testbädden och hur de samverkar för att skapa beslutsunderlag och på så sätt skapa förståelse för projektets arbete. Intressenter från bl.a. FMV, NBC-skyddsfunktionen på HKV och SkyddC deltog i workshopen. Diskussionerna som fördes under de två dagarna dokumenterades skriftligt. Det var egentligen först när demonstrationen av informationskedjan i testbädden så att säga sattes in i sitt sammanhang, med hjälp av bl.a. processkartan och tjänsteboken, som deltagarna kunde förstå och skapa sig en helhetsbild av konceptet.

6.1.4 Erfarenheter från genomförda aktiviteter

Viktiga syften med både försöket på SkyddC och workshopen var alltså att demonstrera projektets arbete och tillsammans med olika intressenter etablera en gemensam grund att kommunicera kring - med andra ord, skapa förutsättningar för delaktighet och ett integrerat utvecklingsarbete. Att redan under utvecklingsprocessen omsätta tänkt funktionalitet och förslag på tekniska lösningar i praktiken, och med hjälp av dessa verktyg pröva och utvärdera tillsammans med användare, domänexperter och andra intressenter, bedöms vara en framkomlig väg. Det krävs naturligtvis anpassad metodik för att kunna genomföra denna typ av praktiska test och interventioner. Projektets erfarenhet är att tekniska verktyg som ger möjlighet att illustrera och demonstrera tänkt funktionalitet i ledningsstödet är mycket bra hjälpmedel för att interagera med användare och få reaktioner och input till fortsatt utvecklingsarbete. Förberedelserna inför försöket och workshopen fick även positiva effekter inom projektet, eftersom både delresultat och målbild blev tydliga på ett nytt sätt för projektmedlemmarna genom att man tvingades konkretisera sådant man tidigare endast hanterat på ett abstrakt plan.

Metodstudien, försöket på SkyddC och workshopen är alla exempel på olika typer av test- och provningsverksamheter som kommer att behövas för att ta fram en demonstrator av ett framtida ledningsstöd för NBC-skyddsfunktionen. Tanken är att resultaten av de verksamhetsnära, empiriska testen ska vara drivande för utvecklingsarbetet. Test- och provningsverksamheten blir även en av de viktigaste kanalerna för Försvarsmakten när det gäller att delta aktivt och påverka slutprodukten. Aktiviteter som workshopen kan även framöver fungera mer som demonstrationstillfällen, där delresultat presenteras och det övergripande syftet är att skapa förståelse och förankra projektets arbete. Vid dessa demonstrationstillfällen kan målgruppen följaktligen vara en annan än vid den löpande test- och provningsverksamheten.

6.2 Verktyg för test och provning - Testbädd

En testbädd har utformats för att enkelt kunna implementera olika tjänster, genomföra experiment och demonstrera olika funktioner för att i samverkan med framtida användare utvärdera och diskutera föreslagna lösningar. Dokumentationen av testbädden finns till-

gänglig på CD-skiva, bilaga 6.1. Bilagan innehåller systembeskrivning och installationsanvisning för kärnan som utgörs av Information Space samt de kommersiella programprodukter som krävs för att kunna testköra de fördefinierade och beskrivna användarfallen.

En virtuell miljö, se sidan 91, har utvecklats för visualisering av inhämtning av indikeringsdata från simulerade N- och C-sensorer.

Basen för fortsatt programutveckling framgår av olika beskrivningar för de tjänster, klasser och objekt som är implementerade.

6.2.1 Målbild för uppbyggnad av testbädd

I testbädden ska forsknings- och utvecklingsresultat från många olika grupper och verksamheter inom NBC-området stråla samman och bidra till ökad förmåga att hantera och förebygga NBC-händelser.

Utvecklingsresultaten kan vara av flera olika slag, t.ex.:

- Processbeskrivningar
- Apparater och instrument
- Datorprogram
- Modeller
- Databaser
- Regelsystem

Dessutom måste testbädden kunna utbyta information med olika typer av externa system såsom:

- Vädertjänster
- Indikeringsfordon
- Webbssidor
- Interoperabilitet med aktuella standarder
- Försvarsmaktens ledningssystem

Grunden för hur dessa delar ska sättas samman ges av verksamhetsbeskrivningen. I beskrivningen identifieras de huvudprocesser som bygger upp förmågan att hantera NBC-händelser, men den anger inte hur processerna ska implementeras med dagens eller morgondagens teknik. Med tanke på problemets komplexitet finns det inget rättframt och självklart sätt att utforma det system som ska realisera de operativa funktionerna. För att komma från mål- och processbeskrivningar till validerade funktioner i ett operativt system måste olika möjligheter att utforma systemet provas och utvärderas. Testbädden ska bidra till denna utveckling både genom att visualisera processerna och genom att visa på olika sätt att omsätta modellerna till komponenter i ett ledningssystem

6.2.2 Kravanalys för testbädd

Frågor om användbarhet och teknisk interoperabilitet är centrala och tre kategorier av krav har definierats: funktion, användbarhet och teknik. En sammanställning av kravanalysen återfinns i bilaga 6.1. För att definiera kraven inom varje kategori - krav på funktion (tabell 6.1), krav på användbarhet (tabell 6.2), krav på teknik (tabell 6.3) - används tabeller där kraven förklaras och motiveras. Dessutom har varje krav en beteckning som används för att kunna korsreferera mellan tabellerna.

Krav på funktion

Krav på funktion handlar om vad testbädden ska kunna göra. De funktionella kraven (se bilaga 6.2, tabell 6.1) betonar testbäddens, men i framtiden även demonstratorns, roll som ett ramverk för integration av befintliga och kommande komponenter av betydelse för ledning vid NBC-händelser. Testbädden ska i första hand användas för att testa möjligheterna att utbyta information mellan delsystem. Dessutom är det viktigt att testbädden är öppen mot externa system för att hämta in och lämna ifrån sig information.

De funktionellt betingade kraven har att göra med behovet att ansluta ett stort antal, till karaktären mycket olika, komponenter i en gemensam struktur där de kan utbyta information av skilda slag. Detta måste ske i en miljö där inte alla komponenter är kända idag. Det måste alltså finnas stöd för att i framtiden föra in nya typer av komponenter. Sex kategorier av komponenter kan urskiljas:

- **Beräknande komponenter** som t.ex. beräkningsmoduler, modeller och beslutsstöd.
- **Integrerande komponenter** som t.ex. moduler för datafusion, aggregering, verifiering, filtrering och kundanpassning för selektiv presentation.
- **Importerande komponenter** som översätter information från externa källor och gör den tillgänglig på ett format som kan användas.
- **Exporterande komponenter** som anpassar intern information till externa format och överför den externa system.
- **Användarkomponenter** för interaktion med användare.
- **Plattformskomponenter** som sköter grundläggande funktioner i den tekniska plattformen.

Krav på användbarhet

Krav på användbarhet handlar om vilka krav användare av testbädden ställer. Ur användarsynpunkt finns ett antal huvudkrav på testbädden (se bilaga 6.2, tabell 6.2). För det första måste testbädden vara tillgänglig och hanterbar för forskare och utvecklare. Detta behov ligger bakom kraven på konfigureringsmöjligheter och kravet på oberoende exekvering av delsystem i testbädden. För det andra måste testbädden kunna användas för samordnade demonstrationer när man vill visa en större sammanhängande helhet. För det tredje måste det finnas ett gott stöd för inkapsling av befintliga modeller och nyutveckling ska kunna ske med moderna verktyg och metoder.

Krav på teknik

Kraven på användbarhet och funktion leder fram till de tekniska kraven (se bilaga 6.2, tabell 6.3), vilka handlar om vilken hård- och mjukvara som testbädden ska kunna använda.

Användbarhetskraven leder fram till de tekniska krav som har att göra med konfigurering och exekvering av testbädden för exempelvis utveckling och testning, försök och studier eller demonstrationer i olika sammanhang. Detta innebär att testbädden måste tillhandahålla ett konfigureringsspråk samt mekanismer för att aktivera komponenter i enlighet med den valda konfigurationen. Detta måste kunna ske av en användare från en arbetsstation. Olika instanser av testbädden måste dessutom kunna köras samtidigt.

Kraven på funktion leder fram till de tekniska krav som är till för att testa och sammanfoga komponenter. Detta innebär att testbädden måste innehålla någon form av huvudkomponent med register och uppslagsfunktioner om andra ingående komponenter. Det måste även finnas en basfunktionalitet i varje arbetsstation och delkomponent som sköter kommunikationen.

6.2.3 Arkitektur för testbädden

En tidig uppgift i projektet var att ta ställning till vilken utvecklingsmiljö som kunde användas för att på ett rationellt sätt kunna stödja inkapsling och nyutveckling av tjänster som identifierats under verksamhetsmodelleringen. Valet stod mellan användning av det etablerade HLA-konceptet och möjligheten att använda en modernare och mindre krävande modell som baserades på ramverket .Net Framework från Microsoft, som bl.a. har många verktyg som stödjer XML-hantering och ett mycket bra stöd för distribuerade system. Vid den analys som genomfördes föll valet på .Net Framework och en konceptuell lösning som fått benämningen Information Space.

För framtida samverkan med HLA-federater föreslås framtagning av en s.k. brygga där informationsutbytet sker genom att definiera objekt och format för utbytet av den NBC-specifika informationen. I avsnittet 6.2.5 Samverkan med HLA-federater ges en kort beskrivning av hur samverkan kan realiseras.

6.2.4 Konceptuell lösning – Information Space

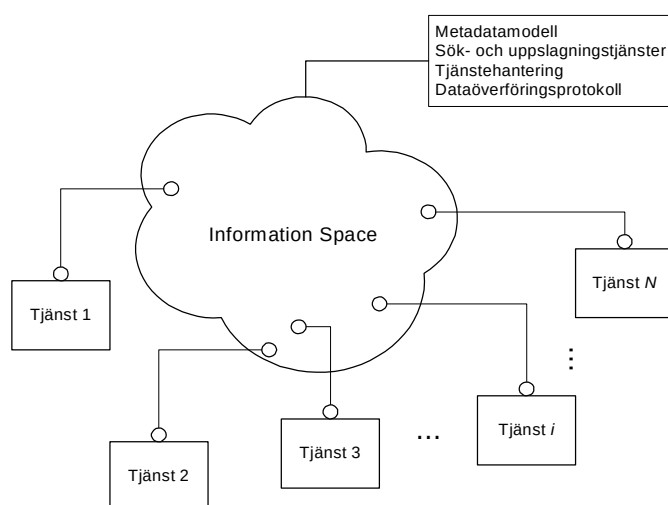
Utgående från de funktionella kraven har vi identifierat ett antal nyckelegenskaper hos den tekniska plattformen för testbädden. Det är viktigt att komma ihåg att testbädden ska skapa ett mervärde genom integration av olika delsystem inom NBC-området. Uppgiften att definiera den gemensamma arkitekturen för integration av tjänster i Försvarsmaktens nätverksbaserade försvar (NBF) bedrivs i andra projekt. Den testbädd som vi föreslår här är ett verktyg för att i första hand kunna integrera komponenter för funktionen "leda och planera NBC-verksamhet". Samtidigt ska resultaten från utvecklingsarbetet på sikt kunna överföras till Försvarsmaktens arkitektur (FMA), när den föreligger. Därför är målsättningen att driva utvecklingen så att alla delsystem ska utformas som tjänster för nätverkskoppling, vilket kommer att underlätta en överföring till målarkitekturen FMA. Detta mål kan uppnås med testbädden och ger oss stor handlingsfrihet när det gäller val av metoder och verktyg för utvecklingsarbetet.

Utformningen av testbädden medger en autonom användning, fristående från Försvarsmaktens ledningssystem. Testbädden kan försörjas med den information som krävs samtidigt som nya gränssnitt för rapportering och kommunikation enkelt kan tillföras.

Testbäddens systemarkitektur bygger på en konceptuell modell som har fått namnet Information Space²⁵. Information Space (IS) är en abstrakt modell som beskriver hur löst kopplade distribuerade tjänster kan exekvera och utbyta information. En första version av en

²⁵ Rejnus, Jenvald & Morin, (2004). *A Swedish approach to network based CBRN decision support in future missions*. Submitted to The 2004 Command and Control Research and Technology Symposium, June 15-17, San Diego, California.

systemkärna som realiserar modellen IS har implementerats i testbädden. Figur 6.1 ger en konceptuell bild av modellen.



Figur 6.1 Principerna för Information Space. Modellen beskriver hur metadata representeras; hur sökning och uppslagning av tjänster sker; hur tjänster startar, exekverar och terminerar; samt hur datautbyte sker mellan tjänster

Tjänster

En tjänst är, i detta sammanhang, en godtycklig väldefinierad beräkning som uppfyller kraven på hantering, datautbyte och metadata i Information Space. Vid en implementering av Information Space realiseras tjänster av programvarukomponenter som exekveras som processer på datorer i ett nätverk. En sådan komponent måste ha ett antal gränssnitt som exponerar de funktioner en tjänst måste tillhandahålla i Information Space. Bland annat, måste en tjänst ha ett kontrakt som beskriver vilka typer av data tjänsten behöver tillgång till och vilka typer av data den producerar.

Konstruktionsprinciper

Fyra grundprinciper styr konstruktionen av Information Space:

- Oberoende initiering och terminering av tjänster
- Inkapsling av befintliga modeller och datakällor
- Enhetligt format för alla data som utbyts
- Operatörsmedverkan på flera platser.

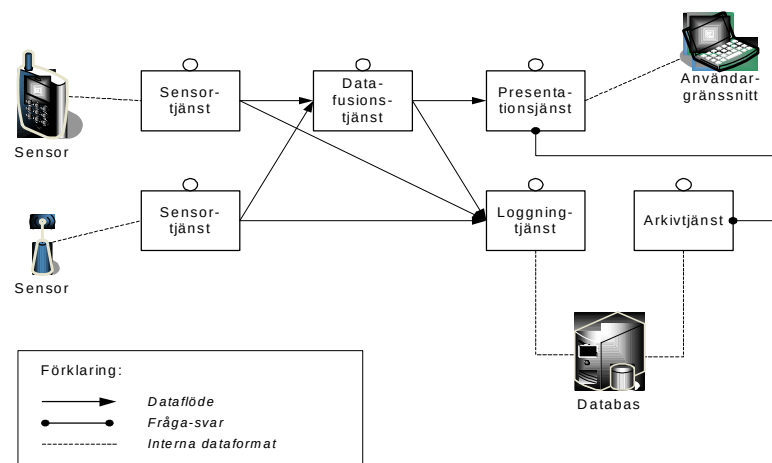
Oberoende initiering och terminering av tjänster möjliggör experiment med olika konfigurationer av tjänster i en exekverande miljö utan omstart av systemet. Inkapsling är nödvändigt eftersom många prognosmodeller och andra beräkningar, specifika för NBC-området, måste kunna användas i testbädden utan omfattande omkonstruktion av programvara. Alla data som skickas mellan tjänster kommer att använda ett gemensamt format för att stödja utbyggbarhet och spårbarhet. Operatörer på olika platser och i olika roller har ett avgörande inflytande på ledningssystemet funktion. Därför måste testbädden innehålla stöd för användare.

Modeller för datautbyte

Information Space stöder två modeller för datautbyte mellan tjänster, dataflöde och fråga-svar. Därutöver kan ett stort antal specialformat behöva användas för att kommunicera med olika typer av utrustning och externa programvaror. Detta sker dock alltid inom ramen för en tjänst, aldrig mellan tjänster.

Dataflöde: Dataflöde används för att möjliggöra snabb spridning av data till multipla parallella användare med hjälp av en prenumerationsmekanism. Ett typiskt exempel är indikeringsdata som kan behöva behandlas av flera olika tjänster utan onödiga fördröjningar. En tjänst som arbetar med dataflöden beräknar sina utdata så snart dess indata förändras. Tjänstens utdata blir omedelbart tillgängligt för de tjänster som kommer efter den i dataflödet. På så sätt propageras förändringar i sensordata genom ett asynkront data-drivet nätverk av tjänster. En tillkommande tjänst kan koppla in sig på godtyckliga tjänster för att ta del av deras utdata.

Fråga-svar: Användare har ofta behov av att ställa frågor för att samla information. Fråga-svar beräkningar är synkrona det vill säga när en tjänst skickar en fråga väntar tjänsten på svarsinformation innan exekveringen tillåts fortsätta. Många analytiska och utforskande uppgifter föranleds av förändringar eller mönster i ett dataflöde som leder till ett behov av kompletterande data för att undersöka antaganden, testa hypoteser, och belägga slutsatser. Tjänster som arbetar med fråga-svar är ofta kopplade till databaser, statustabläer och resursförteckningar.

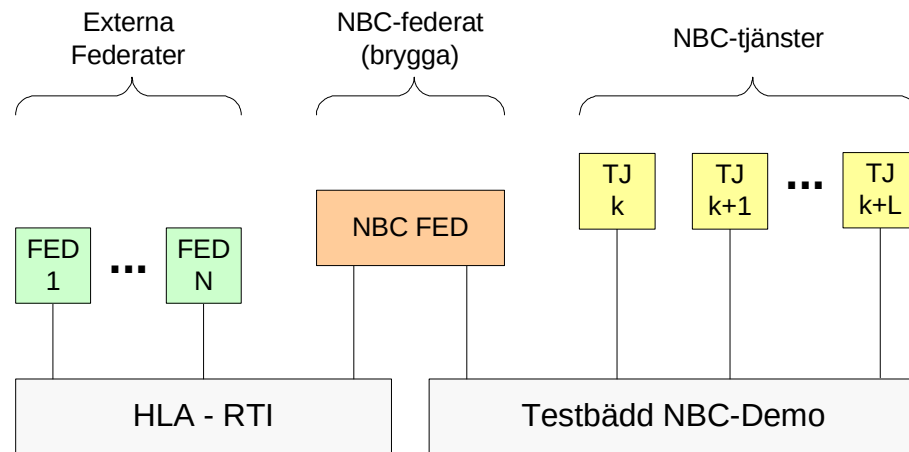


Figur 6.2 Exempel på datautbyte mellan tjänster i Information Space. Sex tjänster samarbetar för att ge information anpassad till en viss användare. De två sensortjänsterna använder interna sensorspecifika protokoll för att samla in data från två olika sensorer och konvertera dessa till dataflöden. En datafusionstjänst aggregerar och filtrerar dataflödena från sensortjänsterna och genererar därigenom ett flöde av sammanställd data. Detta flöde övervakas av presentationstjänsten som presenterar sammanställda data i användargränssnittet. Den har också stöd för att ställa frågor om historiska data till en arkivtjänst som använder en databas. Databasen fylls av en loggningstjänst som fångar såväl dataflödena från sensortjänsterna som flödet av aggregerade data från datafusionstjänsten.

6.2.5 Samverkan med HLA-federater

I figur 6.3 beskrivs den övergripande arkitekturen i ett heterogent system som både innehåller tjänster som exekverar som HLA-federater och tjänster som exekverar i Information Space. Interoperabilitet mellan de två tjänstetyperna åstadkoms genom att en speciell federat får rollen av förmedlande länk-brygga. Den föreslagna lösningen kan samexistera med

system byggda på andra former av ramverk och överföring av data mellan testbädd och HLA-federation är möjlig.



Figur 6.3 Anslutning av testbädden till en HLA-federation med hjälp av en NBC-federat som fungerar som brygga mellan systemen.

I HLA sker informationsutbytet mellan olika federater i en federation med hjälp av delade objekt baserade på en gemensam objektmodell–Federation Object Model (FOM). Exekveringsmiljön (Run-Time Infrastructure, RTI) i HLA ser till att förändringar i något attribut i ett visst objekt distribueras till samtliga federater som använder objektet. En NBC-federat kommer inte att skilja sig från andra federater i detta avseende.

Sett från federationen definieras NBC-federaten huvudsakligen av de objekt den publicerar respektive efterfrågar i enlighet med det servicekontrakt den har att uppfylla.

Sett från Information Space kommer NBC-federaten att uppfattas som ett externt, samverkande system som tillhandahåller och efterfrågar viss specificerad information i enlighet med funktionella krav och krav på format. Att NBC-federaten i sin tur ingår i en federation med andra federater är helt dolt från tjänsterna i Information Space.

Mot bakgrund av föregående resonemang kan följande krav ställas på NBC-federaten, dvs. bryggan:

- Den måste vara en federat i en HLA-federation.
- Dess data måste beskrivas i federationens objektmodell (FOM).
- Den måste respektera HLA-federationens regler för initiering, synkronisering och interaktion.
- Den måste definiera ett format för kommunikation med Information Space.
- Den måste kunna översätta information representerad som objekt i federationens objektmodell till det format som används mot Information Space och vice versa.

Eftersom HLA ställer fler och mer detaljerade krav på sina tjänster än Information Space är det avgörande att säkerställa att dessa uppfylls. Samtidigt måste kopplingen mot Information Space säkerställas.

Implementation av brygga

Implementationen av en NBC-federat innehåller tre delar:

- Bindningar mot det HLA RTI som används och de klasser i FOM som federaten använder. Stöd för implementationen av denna del är det RTI Software Development Kit (SDK) som hör till.
- Bindningar mot Information Space och det format som definierats för utbyte av information med tjänster i Information Space. Här kan erfarenheterna från testbäddsutvecklingen ligga till grund för utvecklingen.
- Integration av bindningarna till ett sammanhängande program för exekvering på målmaskin.

De två första delarna är rättfram under förutsättning att de erforderliga formaten och objektmodellerna finns att tillgå. Den tredje delen innebär att de exekveringsregler som finns i HLA-federationen respektive i Information Space måste tillgodoses samtidigt. Detta kan lösas med en flertrådsapplikation och genomtänkta synkroniseringsmetoder mellan trådar som hanterar interaktion med HLA respektive Information Space.

Att utveckla en NBC-federat som brygga mellan tjänster i en HLA-federation och tjänster i Information Space är en framkomlig väg. Komplexiteten i uppgiften ligger huvudsakligen i att:

- identifiera och beskriva funktioner och informationsbehov i en federation med NBC-funktionalitet,
- definiera objekt och format för utbyte av NBC-specifik och generell information,
- integrera och testa en lösning.

Implementationen av en NBC-federat är rättfram, eftersom denna komponent i huvudsak flyttar data mellan två format. FEDEP kan med fördel användas som stöd för hela utvecklingsprocessen.²⁶

6.2.6 Implementation av Information Space

Miljö – Testbädd baserad på XML i .NET Framework

Informationsutbytet baseras på språket XML²⁷, som innebär att datautbytet i testbädden görs extremt enkelt och strömlinjeformat. Det finns dessutom många verktyg för datahantering som stödjer XML. På grundval av XML har format definierats för olika typer av data och andra format definierats för att beskriva tjänster och söka efter tjänster. Poängen är att samma mekanismer kan användas för att flytta alla typer av data inom ramverket. Import och export av data från och till externa system sker genom konvertering mellan XML och de specifika format som externa system använder.

Testbädden bygger på ramverket .Net Framework²⁸, en produkt från Microsoft inriktad mot Windows-plattformar. Specifikationen för ramverket och den underliggande språktekno-

²⁶ IEEE (2000). *1516-2000 IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) - Framework and Rules*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

²⁷ Extensible Markup Language, URL <<http://www.xml.org>>

²⁸ URL <<http://msdn.microsoft.com/netframework/gettingstarted>>

login Common Language Runtime, CLR, är dock öppen. Arbete pågår med att utveckla versioner för många olika operativsystem, däribland Linux och MacOS²⁹. .Net Framework innehåller mycket bra stöd för hantering av XML. Dessutom finns genomtänkt stöd för distribuerade system, vilket har underlättat uppbyggnaden av testbädden och kommer att hjälpa en framtida integration av komponenter i demonstratorn. Försök har visat att det är effektivt att bygga upp och integrera distribuerade komponenter på denna grund.

Utvecklingen av komponenter för .NET Framework har skett i Microsofts Visual Studio .NET 2003.

Komponenter som utgör Information Space

Information Space består av fyra huvudkomponenter:

- SpaceControl
- SpacePortService
- InfoSpaceManager
- SpaceLaunchEditor

Dessa komponenter utgör det ramverk som möjliggör den funktionalitet som krävts.

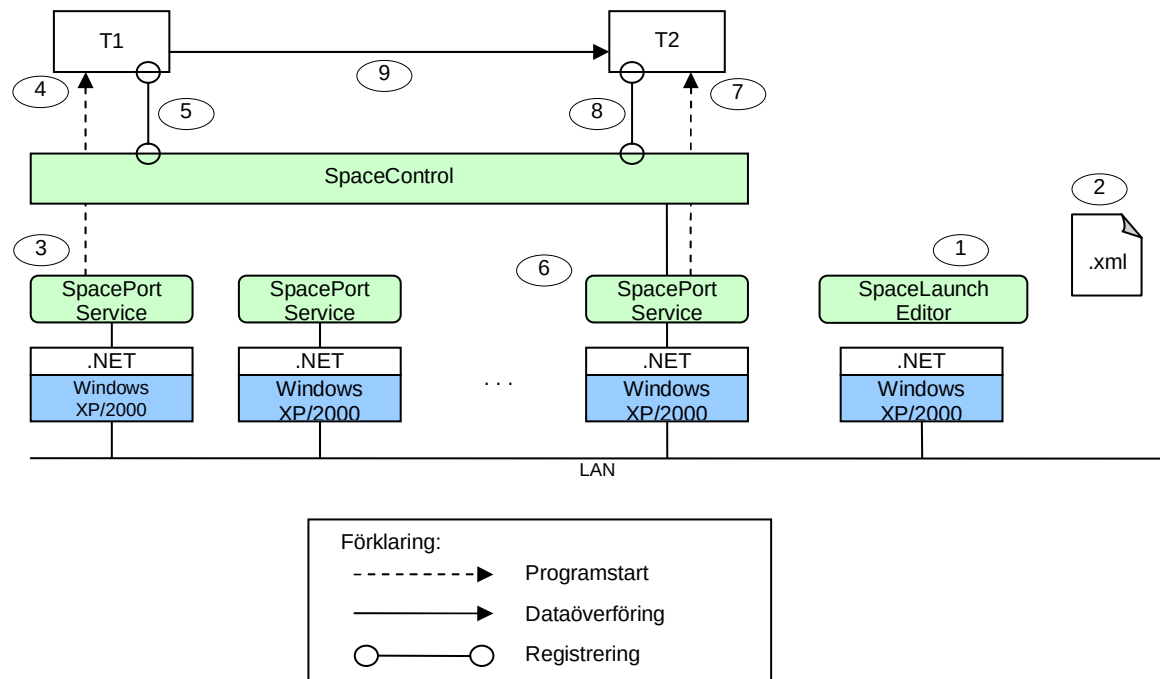
SpaceControl – Denna komponent körs på en av datorerna i Information Space, huvuddatorn, och är det huvudprogram som alla SpacePortService kommunicerar med vid uppkoppling. SpaceControl tillhandahåller information om vilka tjänster som finns tillgängliga, och var de finns. Denna information fås genom att varje tjänst som startas registrerar sig hos aktuell SpaceControl. En användare interagerar aldrig direkt med SpaceControl; all kommunikation sker automatiskt via SpacePortService. Komponenten SpaceControl måste aktiveras när systemet ska användas och startas av den SpacePortService som finns på huvuddatorn.

SpacePortService – Denna komponent körs på varje dator i Information Space och hanterar all uppkoppling, nedkoppling samt informationsutbyte mellan datorer och tjänster. SpacePortService är den komponent som startar tjänster på den dator de körs.

InfoSpaceManager – Denna komponent administrerar ett Information Space. InfoSpaceManager visar vilka tjänster som finns, vilka rapporttyper som de tillhandahåller samt vilken modell för datautbyte som varje tjänst använder – dataflöde eller fråga-svar. InfoSpaceManager kan även stänga av tjänster och/eller hela Information Space.

SpaceLaunchEditor – Denna komponent underlättar distribuerad start av tjänster samt hantering av konfigurationsfiler. I en konfigurationsfil anges maskinamn, nätverksadresser och tjänstenamn för att starta godtyckligt antal tjänster. Vilken SpaceControl som avses anges också i denna konfigurationsfil. SpaceLaunchEditor kontaktar berörda SpacePortService för att starta tjänster. Konfigurationsfilen specificerar även initialdata till tjänsten, vilket gör det möjligt att starta multipla instanser av samma tjänst med olika ingångsparametrar. I figur 6.4 ges ett exempel på hur tjänster startas.

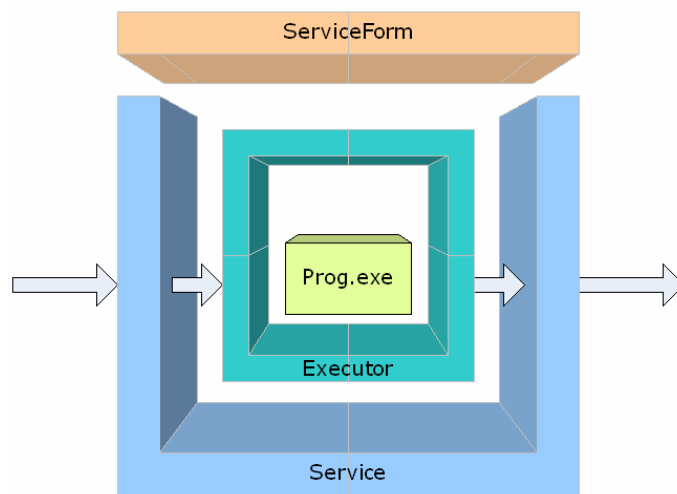
²⁹ Mono, URL <<http://www.mono-project.com>>



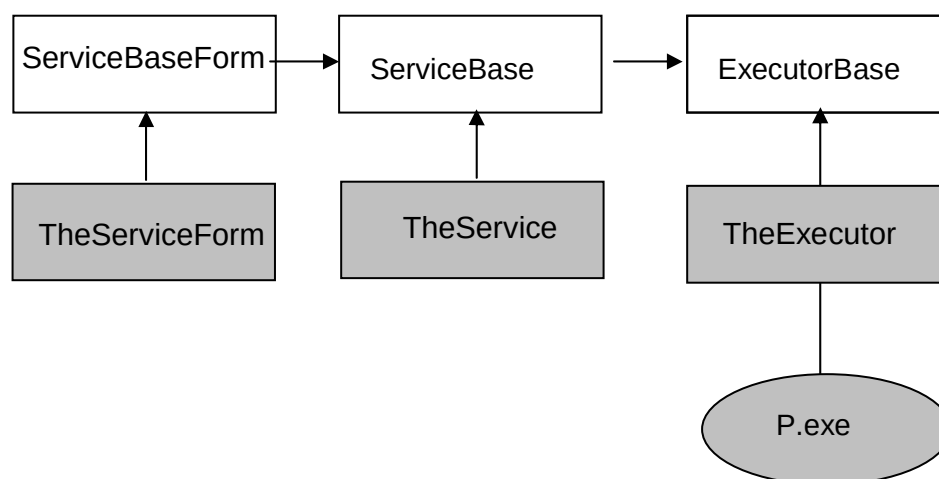
Figur 6.4 Distribuerad start av tjänster i Information Space. På varje dator i Information Space körs programmet SpacePortService. Två tjänster startas och kopplas ihop med dataflöde med följande steg. (1) Användaren startar programmet SpaceLaunchEditor. (2) SpaceLaunchEditor öppnar konfigurationsfilen och finner definitionen av T1. (3) SpaceLaunchEditor anropar SpacePortService på den angivna maskinen och instruerar den att starta T1 på denna maskin. (4) SpacePortService startar T1 med de initialvärden som den fick från SpaceLaunchEditor. (5) T1 registrerar sig i SpaceControl och anger vilka data den efterfrågar och producerar. (6, 7) SpaceLaunchEditor anropar SpacePortService på en annan maskin för att starta T2. (8) T2 registrerar sig. (9) När T2 registrerat sig får den en lista på tjänster som tillhandahåller efterfrågade data. Listan innehåller namnet på T1. T2 använder namnet för att via Information Space ansluta sig till T1.

Konstruktion av tjänster i Information Space

Information Space innehåller basklasser som implementerar de funktioner som behövs för initiering, exekvering och terminering av tjänster samt för datautbyte. Nya tjänster specialiserar dessa basklasser för att definiera sina specifika funktioner. Detta innebär att de specialiserade klasserna lägger till egna, specifika, funktionalitet till den basfunktionalitet som basklasserna tillhandahåller. Figur 6.5 och figur 6.6 visar schematiskt hur detta sker i tjänsteimplementationer. All funktionalitet realiseras av tre objekt som ärver från ServiceBaseForm, ServiceBase respektive ExecutorBase.



Figur 6.5 Modell för en tjänst i Information Space. En implementation av en tjänst innehåller ett grafiskt gränssnitt (Service-Form), ett tjänsteobjekt (Service) och en exekverare (Executor). Gränssnittet verkar som en länk mot användaren när det behövs. Tjänsteobjektet hanterar tjänstens koppling till Information Space och till andra tjänster. Exekveraren implementerar all bearbetning av data och fungerar som ett skal runt den redan utvecklade komponenten Prog.exe. Pilarna visar dataflödet.



Figur 6.6 Schema över ärvning och inkapsling av tjänster i Information Space, jämför med figur 6.5. I exemplet har konstruktören av tjänsten definierat klasserna TheServiceForm, TheService och TheExecutor. Här använder TheExecutor det externa programmet P.exe för att bearbeta data.

ServiceBaseForm – ServiceBaseForm är basklassen för tjänstens användargränssnitt. Alla tjänster behöver inte ett användargränssnitt men de måste innehålla en klass som ärver från ServiceBaseForm. Om gränssnittet inte används kan det döljas för användaren.

ServiceBase – ServiceBase är basklassen för tjänsteobjekt. Den innehåller alla funktioner som behövs för att initiera och terminera tjänsten. Den sköter registrering och avregistrering i Information Space. Dessutom hanterar den datautbyte med andra tjänster antingen med hjälp av dataflöde eller med fråga-svar. En specialisering av ServiceBase måste ange vilka typer av data som tjänsten konsumerar och producerar. Dessutom instansierar den en lämplig specialisering av ExecutorBase för tjänstens databearbetning.

ExecutorBase – ExecutorBase definierar protokollet för att sammanställa data, anropa lämplig beräkningsrutin och vidarebefordra resultatet. Den faktiska datasammanställningen och beräkningen definieras av den specialiserade klassen.

Livscykeln för tjänster i Information Space

Livscykeln för en tjänst i Information Space är initiering, exekvering och terminering. Exekveringen utgörs av den funktionella del som användaren implementerar, medan Information Space sköter om initiering och terminering.

Initiering av tjänster – Ett grundläggande krav på testbädden är att kunna starta och stoppa tjänster i Information Space från en godtycklig maskin i nätverket. Detta är nödvändigt för att kunna definiera tjänsteinnehållet i en demonstration i en konfigurationsfil samt starta och initiera motsvarande tjänster genom att tolka denna konfigurationsfil.

Terminering av tjänster – En tjänst kan terminera på fem sätt:

- Maskinen där tjänsten kör stannar okontrollerat på grund av strömavbrott, hårdvarufel eller mjukvarufel.
- Maskinen där tjänsten körs stängs av på ett kontrollerat sätt.
- Tjänsten stänger av sig själv när ett logiskt villkor är uppfyllt.
- Användaren stänger av tjänsten på den lokala maskinen.
- Användaren stänger av tjänsten med programmet InfoSpaceManager från en godtycklig maskin i nätverket.

Information Space hanterar de fyra sista fallen på samma sätt genom att avregistrera tjänsten och underrätta andra berörda tjänster som använder data från den terminerande tjänsten. Varje tjänst termineras automatiskt om den inte förnyar sin registrering inom ett bestämt tidsintervall. På så sätt kommer en utebliven omregistrering att tolkas som att tjänsten har terminerat på ett kontrollerat sätt.

6.2.7 Komponenter i testbädden

I testbädden finns en komplett informationskedja representerad. Denna informationskedja bekräftar att konceptet Information Space fungerar som teknisk lösning för testbädden och att både inkapsling av redan befintliga modeller och verktyg är möjlig likväl som implementation och testning av ny funktionalitet.

Informationskedjan fokuserar på några av kärnfunktionerna i ett IT-stöd för NBC-skyddsverksamheten. Tjänsterna som ingår i informationskedjan representerar olika typer av lösningar på tekniska problem; allt ifrån kommunikation med databaser till exekvering av befintliga program och import från/export till olika standarder.

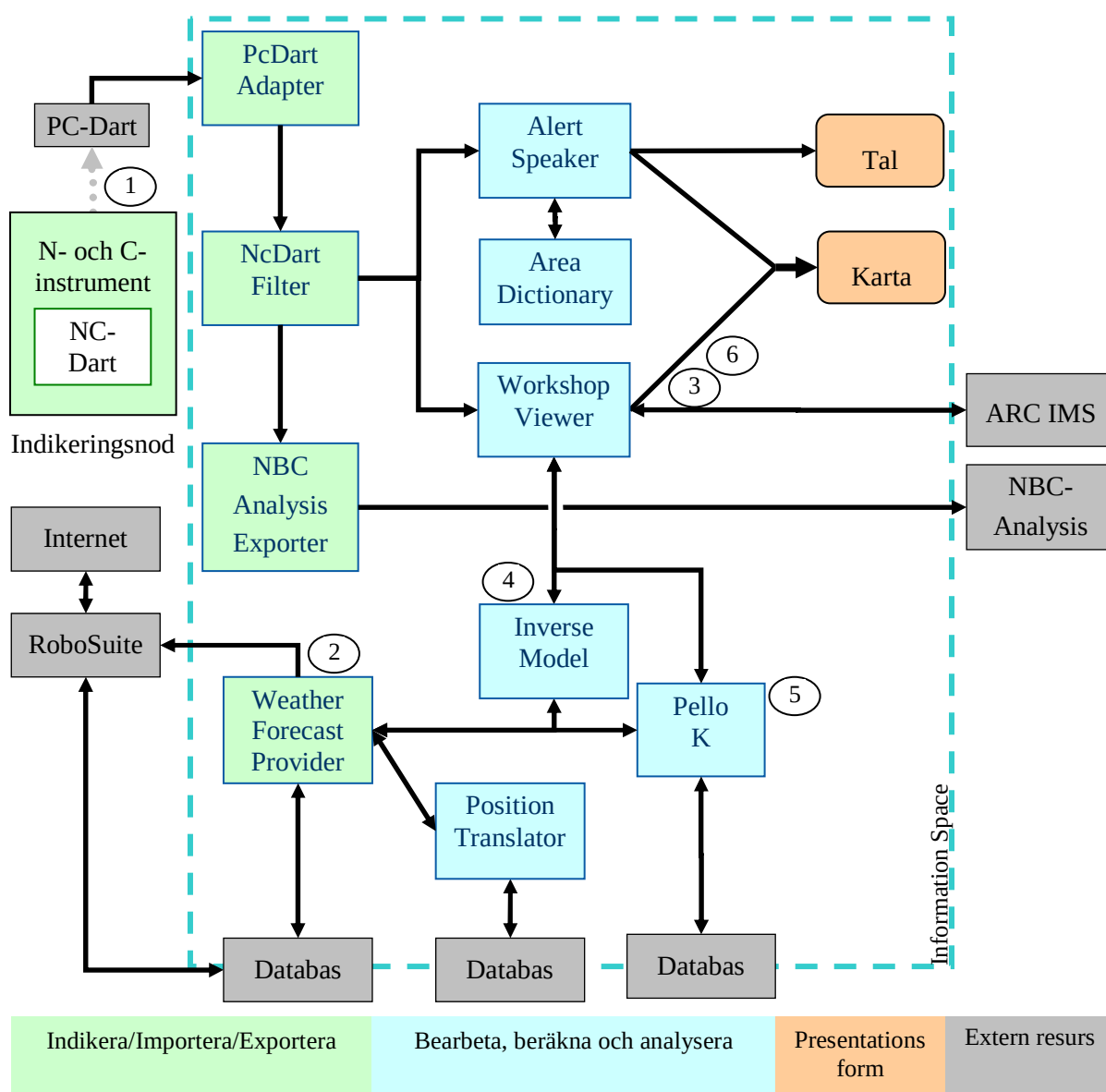
Tillsammans med utvecklingen av tjänster har det även skett utveckling av olika meddelandeformat. Dessa meddelandeformat beskriver i vilken form en viss typ av information ska skickas mellan tjänsterna i testbädden. För alla meddelanden finns basklasser implementerade vilka ger viktig grundfunktionalitet för spårning och identifiering.

Förutom informationskedjan som fokuserar på indikering, varning, källbestämning, spridningsberäkning och presentation finns även en mindre informationskedja där digitala foto-

grafer förmedlas som en tjänst i testbädden. Denna kedja är utvecklad för att visa att information annan än text kan förmedlas i XML-formatet.

Figur 6.7 visar en schematisk bild över vilka tjänster som kommunicerar med varandra i den kompletta informationskedjan och vilka tjänster som tillhör vilka kärnfunktioner. Genom tjänsternas kommunikation aggregeras informationen så att ny information kan skapas och presenteras för operatören.

Förutom informationskedjorna finns tjänsten virtuell miljö utvecklad som fungerar som ett stöd i demonstrationer, övningar och utbildning. Den levererar larmrapporter till Information Space och medför att systemet inte behöver ha tillgång till verkliga indikeringsystem.



Figur 6.7 Informationskedjan som importerar information till Information Space i form av indikeringsdata från sensorer (1) och aktuella väderdata (2). Sensordata presenteras (3) i operatörsgränssnittet med hjälp av en extern karttjänst. Grundat på sensordata och aktuell väderinformation uppskattas källans position och styrka i en beräkningsmodell (4). Aktuell utspridning beräknas (5) och visas för operatören (6).

Verksamhetstjänster implementerade i testbädden

Följande tjänster som stöds av Huvudprocesserna Informationsförsörja, Genomföra uppdrag, Prognostisera och Leda NBC-verksamhet, och som återfinns och beskrivs i Tjänsteboken, är implementerade i testbädden.

Indikering: För att kunna göra spridningsberäkningar och konsekvensbedömningar vid en NBC-händelse måste information om ämnen och dess koncentrationer kunna importeras och hanteras. I testbädden uppfylls detta genom att mätdata kan importeras och omvandlas till ett internt rapportformat. Oavsett om informationen kommer från en virtuell miljö eller ett fysiskt mätinstrument får det samma form i Information Space. Programmet PC-Dart används inom försvarsmakten för att hantera DART³⁰-meddelanden i en vanlig PC-dator. Importen sker genom att tjänsten PcDartAdapter översätter DART-meddelanden som hanteras av PC-Dart till DART-rapporter i Information Space. Genom att indikeringsdata kan representeras som en rapport i Information Space kan flera tjänster ta del av samma information. Även andra typer av informationskällor, t.ex. observationer kan föras in i systemet. Tjänsten WorkshopViewer kan initiera NDirect med observerad data.

Leverans av väderdata: Detaljerad väderinformation är viktigt för att kunna prognostisera utspridningen av NBC-stridsmedel efter ett utsläpp. Temperatur, fuktighet, UV-strålning, turbulens, vindriktning, molnighet och solinstrålning är viktiga parametrar, som tillsammans med information om t.ex. terräng, öppen eller skogsklädd, eller stadsmiljö utgör grunden för spridningsberäkningar. Att vi valt att använda Internet för att förse testbädden med väderinformation har två syften, dels visat att information från Internetkällor kan användas, dels att enkelt vid demonstrationer få tillgång till väderinformation. Ur vädersynpunkt betraktat kan detta vara viktigt när andra väderkällor inte är tillgängliga. Den traditionella leverantören av väderdata är SMHI, som tillhandahåller data i olika format till Försvarsmakten. Försvarsmakten har dessutom egna väderstationer, kopplade till bl.a. olika typer av fordon, som levererar väderdata. Mer omfattande och precist väder skulle göra det möjligt att t.ex. använda mer noggranna och flera spridningsmodeller, men vikten av redundans i systemet skulle kunna motivera även fortsatt användning av webbväder. Trots att presentationsform, innehåll och kvalitet varierar kan dessa källor vara ett bra komplement vid incidenter inom landet och är ibland de enda tillgängliga källorna vid utlandsmissioner. Denna vädertjänst (Weather-ForecastProvider, se figur 6.7) levererar väderprognoser i form av temperatur, luftfuktighet, tryck, vindriktning, vindhastighet, nederbördstyp och molntäthet för en punkt i tid och rum.

Informationsvaruhus NBC: Olika typer av statisk och dynamisk information ligger till grund för de beräkningar som görs. Det är av vikt att kunna blicka tillbaka och korrigera valda steg, eller utföra mer precisa beräkna om när ny information inkommit. Såväl statisk information, såsom grundläggande geografisk information och ämnesegenskaper, som dynamisk information i form av väderdata lagras i relationsdatabaser. Relationsdatabaser erbjuder effektivitet genom strukturerad datalagring och möjliggör avancerade sökningar i den lagrade informationen. En händelse som inträffar kan lokaliseras med ett Ortsnamn eller en geografisk position. I de flesta fall är den geografiska positionen att föredra framför Ortsnamnet då den har större noggrannhet. Vid hämtning av t.ex. väder från en webbplats används dock Orts-

³⁰ DART – DataRapporteringsTerminal, har eget rapportformat och kommunicerar via Radio-180

namnet, varpå det omvända uppslaget kan behöva göras. Tjänsterna PositionTranslator och PelloK hämtar statisk databasinformation medan WeatherForecastProvider och AreaDictionary arbetar mot dynamisk.

NBC-övervakning: Det är av största vikt att sammanställning och presentation av NBC-information sker på ett bra sätt. Vid ett eventuellt larm, eller när indikationsdata tagits emot, ska åtgärder vidtas beroende på innehållet. Informationen ska kunna presenteras på kartor, i diagram, i textmeddelanden, i SMS och i någon form av larm. För att få en överblick över vad som händer och var det händer samlar och sammanställs indikeringsinformation för ett visst område/plats dels mot kartbakgrund och dels i en lista. Tillsammans med information om väder, terräng och ämnesegenskaper kan uppskattningar göras för att optimera vidare indikering. Operatörstjänsten WorkshopViewer listar informationen från indikeringsdata och tillåter vidare behandling/hantering medan AlertSpeaker varnar med syntetiskt tal om indikeringsdata befinner sig inom givna zoner. PcDartViewer listar alla DART-meddelanden som finns i Information Space.

C-prognostisering, luftspridning: Modeller för att beräkna spridning av NBC-ämnen i luft är nödvändiga komponenter för att kunna prognostisera utbredning och möjliga konsekvenser av NBC-händelser och ge NBC-ledningssystemet de egenskaper som krävs för att möta kraven på förbättrad snabbhet och precision. Tjänsten implementerad i testbädden beräknar spridning av C-ämne via luft på korta avstånd utifrån känd eller skattad information (t.ex. uppskattning av källan via inversmodellering) med hjälp av partikelmodellen PelloK (tjänsten benämns även som PelloK, se Figur 6.7). Information i form av datum, tid och plats där en utspridning ägt rum, väder på aktuell plats, namn på utspridd agens och en källbeskrivning ger modellen möjlighet att beräkna ett koncentrationsfält utbredning i tiden. Inversmodellering, InverseModel (se Figur 6.7), gör det möjligt att utifrån data från indikeringsinstrument (koncentrationsvärden och indikeringspositioner), andra indikeringsobservationer, samt väderdata bestämma källan till en utspridning eller ett utsläpp av NBC-ämnen. Koncentrationsfältet beskriver partiklar med positioner i tid och rum. Detta fält konverteras till en fyrdimensionell lagringsstruktur för att kunna göra analyser och visualiseringar med andra tjänster i testbädden.

N-prognostisering av direktverkan: Det finns färdiga modeller som beräknar direktverkan för olika typer av mål vid en kärnladdningsdetonation. För att visa på lättheten vid inkapsling av befintliga modeller har tjänsten NDirect utvecklats av utvecklaren av direktverkansmodellen.

Export av information till gällande standarder:

Ett baskrav för NBC-ledningssystemet är att uppnå interoperabilitet med aktuella aktörer (idag ATP-45B STANAG 2103). Därför är denna tjänst (NbcAnalysisExporter) framtagen för att i godtycklig punkt i nätet kunna överföra indikeringsrapporter enligt ATP-45B så att ledningsstödet NBC-Analysis kan spegla den inkommande rapporten.

COTS – commercial off-the-shelf

Vid uppbyggnaden av testbädden har fokus legat på att testa koncept, inte att utveckla tekniska system från grunden. Många tekniska problem är redan lösta med dagens teknik och framtidens teknik kan tänkas lösa fler problem. Genom att Information Space tillåter inkapsling av befintliga system utnyttjas dagens teknik och i morgon, morgondagens teknik. Följande system används i testbädden:

RoboSuite

RoboSuite är ett system som erbjuder hämtning av information från webbplatser. Via så kallade robotar kan detaljerad information plockas ut från en webbplats och hanteras på ett strukturerat sätt. En robot analyserar en viss webbplats och returnerar dess information enligt en bestämd modell. I och med att flera robotar (flera webbplatser) kan returnera information enligt samma modell kan den hanteras på ett generiskt sätt. Inhämtning av information med hjälp av robotar illustreras i testbädden genom att väder hämtas från Dagens Nyheter och CNN:s vädersidor³¹. Även om denna webbplats har olika struktur erbjuder RoboSuite att dess faktiska information hanteras på samma sätt i bakomliggande system. För att göra informationen åtkomlig och spårbar sparas all inhämtad väderinformation i en databas. Hämtning av väderdata från databasen till Information Space sker via en tjänst (WeatherForecastProvider).

MySQL

För att hantera stora mängder information har existerande databaslösningar använts. MySQL är en fri, funktionell databas med god prestanda som använts i testbädden. För att kunna använda databasen i .NET Framework används en tredjepartsprogramvara kallad MySQLDriverCS³².

Matlab

Kravet på en snabb och dynamisk modellutveckling medför att forskare ska kunna jobba med modeller, koncept och algoritmer i ett bekant högnivåspråk. Matlab är ett tekniskt högnivåspråk och en interaktiv utvecklingsmiljö för algoritmutveckling, datapresentation, dataanalys och numeriska beräkningar som används för utvecklingen och användandet av invers modellering. För att kunna använda Matlab i .NET Framework används en tredjepartsprogramvara kallad MatlabEng³³.

Arc IMS och kartor från Lantmäteriet Geo SE

Tillgång till digital kartinformation är viktigt för att kunna förmedla genererad information från ledningssystemet. Operatörstjänsten i testbädden (WorkshopViewer) använder ESRI's Arc IMS³⁴ för att hämta kartinformation. Arc IMS fungerar som en kartserver och levererar kartor med ett visst format över önskade områden, beroende på hur tjänsten är konfigurerad och vilka kartor som finns tillgängliga. Den geografiska information som hittills används är i första hand till bakgrundsbilder för att visa larm och spridningsfält på. Följande information från Lantmäteriet Geo SE³⁵ finns för närvarande inlagd i systemet:

- Tätortskartan (1:10 000)
- Terrängkartan (1:50 000)
- Vägkartan (1:100 000)
- Översiktskartan (1:250 000)
- Sverigekarta (1:700 000, 1:1 000 000, 1:5 000 000, 1:10 000 000)

³¹ URL <<http://www.dn.se/vader>> och URL <<http://www.cnn.com/WEATHER/>>

³² URL <<http://sourceforge.net/projects/mysqldrivercs/>>

³³ Emanuele Ruffani, URL <<http://www.codeproject.com/dotnet/matlabeng.asp>>

³⁴ URL <<http://www.esri.com/products.html>>

³⁵ URL <http://www.mil.se/geoinfo/databaser/geo_se.htm>

- GSD-Ortsnamnsdatabas³⁶
- Orto-foton³⁷

Tjänster för testbädden utvecklade i projektet

AlertSpeaker

AlertSpeaker övervakar indikeringsrapporter i Information Space. Varje rapport presenteras dels på en karta och dels genom att ett meddelande uttalas med en syntetisk röst i högtalare kopplade till den aktuella datorn. AlertSpeaker reagerar på indikeringsrapporter av C-, B-, R- respektive N-typ.

AreaDictionary

AreaDictionary hjälper tjänsten AlertSpeaker att rapportera vilket område som larmet kommer från. AreaDictionary hanterar taktiska områden i Information Space. En klient kan definiera nya områden, hämta områden, fråga om i vilka områden en given punkt ligger eller vilka områden som ett givet område överlappar.

InverseModel

Tjänsten InverseModel kapslar in en modell för invers spridning utvecklad i Matlab. Tjänstens modell använder Matlab som externt system och exekverar sin kod i dess miljö. Tjänsten, som körs på en dator med Matlab installerat, tar in meddelanden med information om indikerings- och väderdata och uppskattar källstyrka och källposition.

PelloK

Tjänsten tar in information om datum, tid och plats där en utspridning ägt rum, väder på aktuell plats, namn på utspridd agens och en källbeskrivning. Källbeskrivningen måste innehålla om spridningsberäkningen avser primär- eller sekundärmoln, om källan är i gasform eller vätskeform, utsläppstiden, en grov uppskattning av källans form och hur många kg/s agens som sprids ut. (Om ett momentant utsläpp ska beräknas, kan man anta att all utspridning sker under en sekund). Tjänsten är kopplad till databas med agensdata och scenariodata. PelloK kräver att en tjänst som levererar väderdata för en specifik tidpunkt och plats finns tillgänglig. När denna information finns tillgänglig beräknar modellen ett koncentrationsfältets utbredning i tiden.

PcDartAdapter

PcDartAdapter ansluter till PC-Dart³⁸ via ett tillgängligt nätverk och övervakar inkommande DART-meddelanden. Den transformerar varje DART-meddelande till motsvarande DART-rapport och publicerar denna i Information Space.

PcDartAdapter fungerar alltså som en brygga mellan försvarsmaktens radiosystem och Information Space.

³⁶ URL <http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=1030>

³⁷ URL <http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=6482>

³⁸ PC-Dart – Modernisering av Dart, mjukvara på PC som har möjlighet att kommunicera via TCP/IP

PcDartViewer

PcDartViewer övervakar DART-rapporter i Information Space och presenterar dessa i en trädstruktur sorterade efter formatnummer.

NcDartFilter

Programvaran NC-Dart_Stationär (NC-Dart³⁹) används för att läsa av och övervaka indikeringsutrustning. Vid alarmerande värden transformeras informationen till ett DART-meddelande och NC-Dart sänder dessa vidare via PC-Dart och radio RA180. Då RA180-systemet inte har något definierat rapportformat för C-, B-, R- och N-larm används ett vanligt textmeddelande för att beskriva ett C-, B-, R- eller N-larm. Dessa meddelanden representeras i Information Space som DART-textrapporter. NcDartFilter övervakar dessa DART-textrapporter och översätter de DART-textrapporter som är C-, B-, R- respektive N-larm till ett internt C-, B-, R- och N-larmrapportformat.

NbcAnalysisExporter

NbcAnalysisExporter filtrerar ut indikeringsrapporter av C- och N-typ i Information Space och konverterar dessa till ATP-45B format. Rapporterna skrivs till fil för vidare bearbetning i t.ex. NBC-Analysis.

NDirect

Tjänsten kapslar in en befintlig modell för beräkning av direktverkanseffekter. Med indata i form av källstyrka och detonationshöjd, beräknas skadeeffekter på ett antal objekt; Människa, Stridsvagn, Hjulfordon, Barrskog, Flervåningshus i armerad betong och Trähus. Källstyrka och detonationshöjd är obligatoriska. Övriga indata som kan ges är detonationshöjd i meter över havet, vilken typ av laddning det handlar om, vilken typ av terräng det är vid utsprängningsplatsen och väderdata som sikt, snötäcke, molnighet och molnbashöjd.

PositionTranslator

PositionTranslator översätter mellan positioner i WGS84 (lat/long) och svenska ortnamn eller vice versa. Om en översättning ska ske från position till ortnamn anges i resultatet även distansen mellan sökt position och ortens position. PositionTranslator kan hantera flera översättningar i samma fråga, och kombinationer av ort till position och position till närmsta ort. Informationen om orter och dess positioner hämtas från en relationsdatabas.

WeatherForecastProvider

WeatherForecastProvider tillhandahåller alla väderprognoser över sökt ort ställda vid ett visst tillfälle från en viss källa (för närvarande DN och CNN). Prognoserna hämtas från en relationsdatabas. Vid behov kan WeatherForecastProvider aktivera en hämtning av väderdata från givna sidor på Internet. Detta görs med så kallade robotar i RoboSuite⁴⁰. Dessa robotar lagrar väderprognoserna i relationsdatabasen varpå tjänsten sedan gör ett uppslag i databasen i vanlig ordning.

³⁹ NC-Dart – Programvara som sitter i Patriavagnen, utvecklat av VSL

⁴⁰ RoboSuite – The Web Integration Platform, URL <<http://www.kapowtech.com>>

WorkshopViewer

WorkshopViewer (WSV) visualiserar C- eller N-larmrapport med information om plats, sensor, agens och tidpunkt samt olika typer av beräkningar som görs inom ramen för N, B och C-verksamheten. WSV används för att ta emot och skicka vidare impulser i InfoSpace för att exemplifiera hur en informationskedja kan se ut. Visualiseringen sker i de flesta fall mot kartbakgrund. Väderdata kan initieras med position eller Ortsnamn från WSV. Invers modellering och spridningsmodellering/riskbedömningsmodellering kan stegvis beräknas i form av en informationskedja; C-larm (≥ 3) → Invers Modell → Spridningsmodell. Alla steg fångas upp separat och visas på kartunderlaget. Beräkning av N-direktverkan initieras med (användar-) parametrar som anges i WSV.

PhotoSender

PhotoSender importerar bilder från en mapp till Information Space, förpackar dessa som fotorapporter, och publicerar dessa.

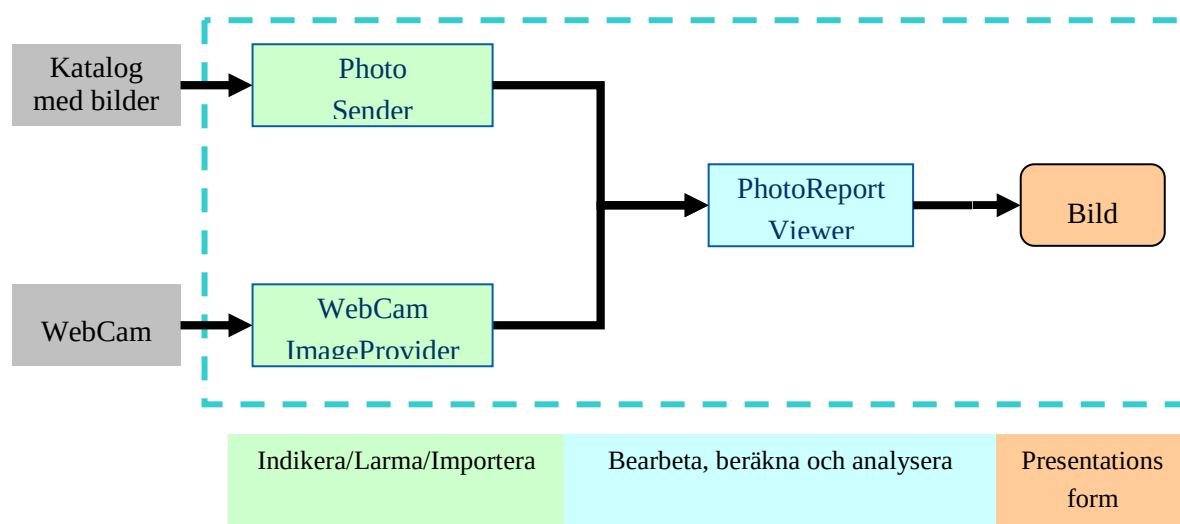
WebCamImageProvider

WebCamImageProvider importerar bilder från en webbkamera och publicerar dessa som fotorapporter i Information Space.

PhotoReportViewer

PhotoReportViewer tar emot fotorapporter innehållande digitala bilder från Information Space och presenterar bilderna tillsammans med bildtext och övriga metadata. PhotoReportViewer2 är en datadriven tjänst som tar emot digitala bilder från Information Space och presenterar bilderna mot en bakgrund av en mobiltelefon eller en PDA.

Tillsammans gör de tre sist nämnda tjänsterna det möjligt att hantera annan information än text, se figur 6.8.

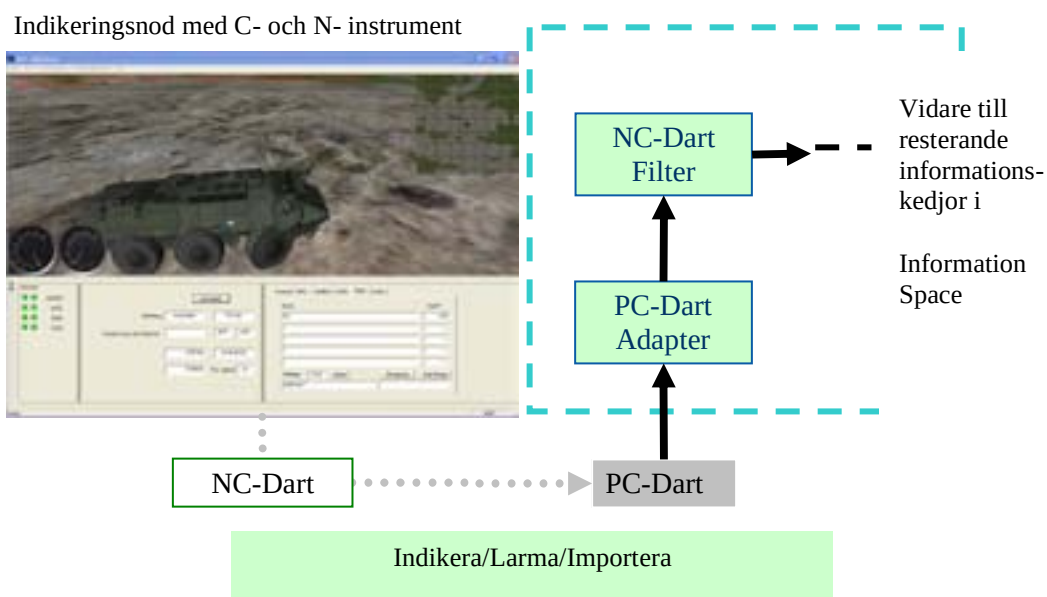


Figur 6.8 Informationskedja som hanterar annan information annan än text

Virtuell miljö - Nod för inhämtning av indikeringsinformation

För att kunna använda och illustrera rörlig indikering har en virtuell miljö skapats, se bilaga 6.1. Installationsanvisning och instruktioner för dess användning finns också här. Här ingår det virtuella standardfordonet Patg 203 med tillhörande sensorer för N-, R-

och C-indikering samt representation av det lokala ledningssystemet. Informationsöverföringen sker med samma kommunikationsstöd (NC-Dart och PC-Dart) som finns implementerat i indikeringsfordonet Patg 203.



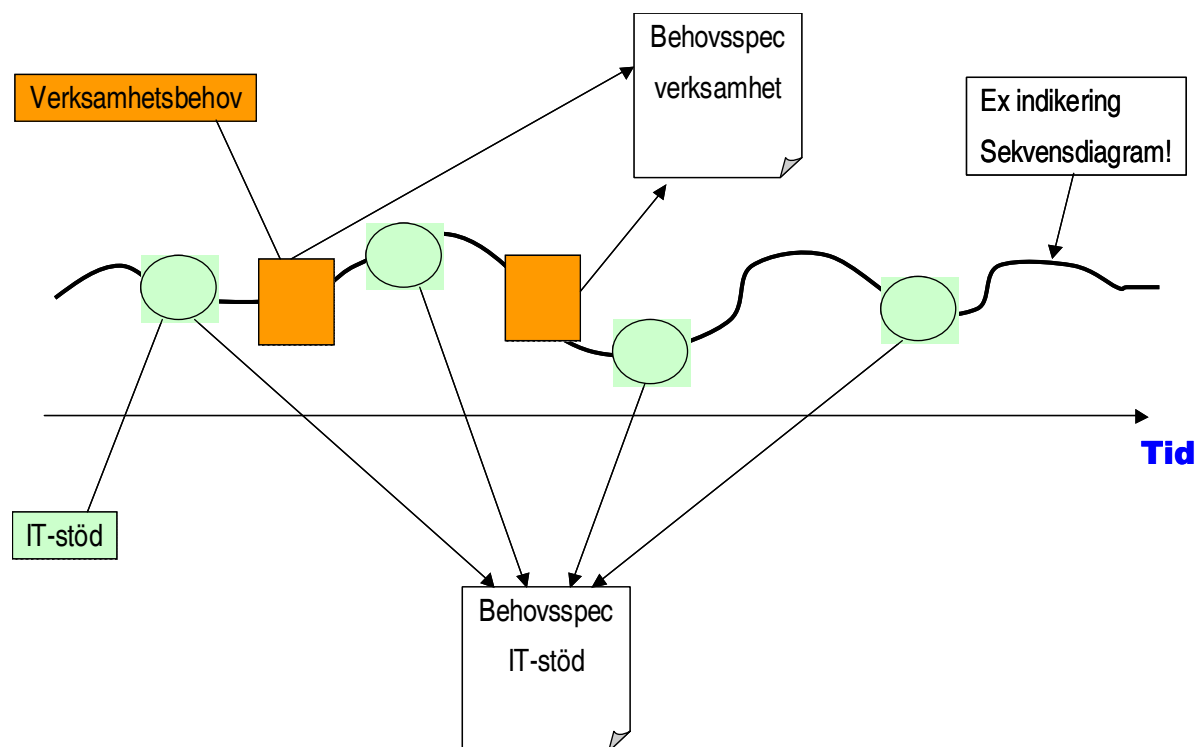
Figur 6.9 Principiell informationskedja för den virtuella miljön

7 NBC-skyddsfunktionens behov av IT-stöd

Med utgångspunkt från de sekvensdiagram som skapats, samt resurserna som är kopplade till processkartan, har behov av IT-stöd för ledning av NBC-skyddsverksamhet identifierats. Behov ska i det här sammanhanget ses som ett steg på vägen mot att formulera krav på ett tekniskt system. För att få en bättre överblick och struktur på de listade behoven har de delats in i ett antal olika komponenter. Begreppet komponent syftar här till att beskriva en del av ett system. Begreppet ansvar används här för att visa på funktionalitet i en komponent. Flera av komponenterna som nämns i detta avsnitt är inte strikt NBC-specifika utan bör finnas med bland de generella systemfunktioner som övriga delar av Försvarsmaktens framtida ledningssystem kommer att erbjuda. Exempel på en sådan generell komponent kan vara "orderhanterare", det vill säga en komponent för att formulera och sprida order. Sådana gemensamma komponenter är inte fullödigt beskrivna här, men har ändå tagits med för att få en fullständighet i behovsbeskrivningarna.

Vidare bör nämnas att indelningen i komponenter ger en annan skärning i behovsmassan än vad exempelvis en koppling mot processkartan ger. Detta är gjort i syfte att få ett mer systeminriktat beskrivningssätt av behoven.

Figur 7.1 nedan illustrerar verksamhet som funktion av tiden, med markeringar som pekar på områden där varierande behov av stöd kan finnas. Behoven kan sedan delas upp i behov av IT-stöd (såsom rent teknikstöd) eller verksamhetsbehov (exempelvis arbetsmetoder).



Figur 7.1 Arbetsgången för att identifiera behovet av IT-stöd utifrån verksamhetens behov som funktion av tiden

Följande komponenter, som fångar viktig funktionalitet i ledningssystemet har identifierats: Uppdragsövervakare, Resurshanterare, Logghanterare, Metodhandbok, Orderhanterare, Planeringsverktyg, Rapportanterare, NBC-lägesverktyg, Informationsvaruhus, Sensorhanterare, Prognosverktyg, Larmhanterare, Nätverk, Systemadministrationsverktyg och Simuleringsverktyg.

Samtliga komponenter är strukturerade enligt följande:

- **Inledning.** Beskriver kortfattat syftet med komponenten och hur den stödjer verksamheten.
- **Ansvarsbeskrivning.** Syftar till att avgränsa området av funktionalitet som komponenten erbjuder och tydliggöra gränssytor mot andra komponenter.
- **Funktionella behov.** De behov som direkt pekar på en funktionalitet i komponenten, exempelvis möjlighet att välja någonting i en lista.
- **Prestanda.** Behov med nära koppling till prestanda. Kan t.ex. vara önskad prestanda på sökning.
- **Presentation.** Specifika krav på hur information ska presenteras.
- **Information.** Behov som närmare beskriver hur eller vilken information som t.ex. kan lagras.
- **Säkerhet.** Om det föreligger behovsformuleringar kring säkerhet eller särskild behörighetshantering samlas dessa här.

För de komponenter där ingen information finns under de nämnda rubrikerna, har även rubriken utelämnats. Komponenterna är inte beskrivna i någon speciell ordning då samtliga komponenter anses vara lika viktiga för att kunna möta verksamhetens krav på IT-stöd.

7.1 Funktionella krav på NBC-ledningssystemet

7.1.1 Uppdragsövervakare

Uppdragsövervakare syftar till att kontrollera att genomförandet av NBC-uppdrag följer den uppgjorda planen och att ställda mål uppnås. Övervakning startar omedelbart efter att order är given och pågår under hela genomförandefasen. All rapportering under övervakningen lagras i ledningssystemet. Övervakningen ligger till grund antingen för förändringar i detaljer i genomförandet eller för ett helt nytt beslut. Resultatet från övervakningen förs även vidare till överliggande ledningsprocesser som beslutsunderlag.

Komponenten uppdagsövervakare ansvarar för uppföljning i nära realtid av genomförandet av ett uppdrag. Komponentens ansvarar även för att samla in och hantera information kring pågående uppgifter mot avsedd uppdragsplan, detta kan t.ex. ske genom positionsuppdateringar för genomförare. Avvikelser från plan kommer därmed att synliggöras av komponenten och utgöra beslutsunderlag för ev förändringar i utförande.

Funktionella behov

- Berörd chef, oavsett var han befinner sig, måste ha tillgång till plan eller detaljplan som ska följas upp. En plan eller detaljplan kan innefatta text, ljud och bild, varför systemet måste kunna hantera flera media.

- Berörd chef, oavsett var han befinner sig, måste ha tillgång till NBC-lägesbild, som ska utgöra underlag eller bakgrund till uppdraget.
- Berörd chef måste ha tillgång till verktyg för att kunna illustrera överensstämmelse mellan plan och aktuell situation, t.ex. på karta. Detta är ett verktyg för att kunna följa fortskridandet och för att kunna larma vid större avvikelse.
- Det ska finnas möjligheter till kommunikation mellan högre chef och chefen för genomförarna, som i sin tur måste kunna kommunicera med genomförarna under tiden uppdraget pågår.
- Det ska finnas möjligheter till att visualisera och kommunicera aktuell status på personer och materiel under tiden uppdraget pågår. Det kan t.ex. vara att samla in information om personell status (om de är fortsatt stridsdugliga, vid medvetande eller kontaminerade), materiell status och status på uppdraget (klart/inte klart).
- Efterhand som uppgifter löses ska rapporter kunna översändas till berörd chef och lagras. Delrapportering av uppgift ska vara möjlig.
- Hjälpmedel för positionsbestämning för utförare. Positionsbestämning kan t.ex. utföras med hjälp av GPS.
- Det ska finnas möjlighet att i nära realtid följa ett taget prov (via transponder-funktion) under transport till eller från laboratorium, samt möjlighet att få kvittens på att provet tagits emot.
- Det ska finnas möjlighet att följa verksamhet i nära realtid, på avstånd via video eller via NBC-lägesbilden följa genomförande av verksamhet.
- Möjlighet för att göra en prognos för hur lång tid genomförandet av uppdraget kommer att ta ska finnas.

Information

- All information ska lagras, t.ex. kommunikation, rapporter, mätvärden etc.

Presentation

- Det måste finnas ett verktyg för att kunna illustrera överensstämmelse mellan plan och aktuell situation, t.ex. på karta.

7.1.2 Resurshanterare

Tillgång till en resursdatabas för personal- och materielförteckning behövs, bl.a. för att kunna planera uppdrag i Planeringsverktyget, se 7.1.6. Behov finns också av att kunna identifiera vad som måste ersättas (t.ex. sådant som är ur funktion). Återställande av materiel och personal görs genom sanering, ersättning och reparation av förbrukad/skadad materiel, vilket kommuniceras till resursdatabasen. Resursdatabasen utgör en del av aktuellt läge.

Komponenten Resurshanterare ansvarar för att leverera status på personella och materiella resurser, relevant historik (ex vaccinationer) samt bokningsmöjligheter.

Funktionella behov

- Det ska finnas tillgång till resursdatabas med aktuell och relevant resursförteckning. Förteckningen måste omfatta såväl specifika NBC- som andra FM-resurser. Resurs-

databasen innehåller alla tillgängliga resurser (personella och materiella), kompetens, förmåga, status, tillgänglighet m.m.

- Komponenten ska kunna svara på vilken materiel som finns tillgänglig och vilken personal som är uppbokad/ledig (ex. utsövd, hemma på permission, sjuk, frisk).
- En lista över aktuella utförare och materiel ska kunna erhållas, beroende på vald metod eller ställd NBC-uppgift. Listan över resurser ska innehålla information om tillgänglighet, status m.m. per utförare.
- De olika resurserna ska kunna visualiseras med bilder, för att underlätta val av önskad materiel.
- Det ska finnas möjlighet att lägga in nya och hantera befintliga resurser (administration av resurser).
- Det ska finnas möjlighet att boka in personal och materiel för kommande uppgifter.
- Varje bokning ska kunna registreras i resursdatabasen så att denna alltid kan visa aktuellt läge.
- Resursdatabasen ska innehålla en larmfunktion, som varnar när tillgängliga resurser underskrider vissa värden eller behöver underhåll.
- Personal och materiel som frigörs för andra uppdrag ska kunna rapporteras och överföras till resursdatabasen. Status avseende hälsa m.m. för personalen bör rapporteras till sjukvårdsfunktionen.
- Det ska finnas möjlighet att få kvittens på att de återförda resurserna är registrerade.

Information

- Förteckning över aktuell utbildningsnivå för personal, t.ex. med utbildning i identifiering/analys av NBC-ämnena.
- Förteckning över antal, status på och lokalisering av fordon. Innehåller också information om storlek, transportförmåga (lastkapacitet, persontransport, sjuktransport), framkomlighet, hastighet, skyddsnivå (splitterskydd, NBC), samt deras möjlighet att bära sensorer.
- Förteckning över NBC-skyddsutrustning omfattar t.ex. utrustning för att skydda personal mot NBC-ämnena i fordon och anläggningar, men även utomhus. Information ska också finnas om status på skyddsutrustningen, skyddsfaktor, skyddstid m.m.
- Förteckning över laboratorier för identifiering/analys av NBC-ämnena, innehållande information om tillgängliga relevanta NBC-analysinstrument kan vara säkerhetslaboratorier eller fältlaboratorier. Dessa innehåller även information om analyskapacitet, säkerhetsklass (P3- eller P4-nivå), osv.
- Förteckning över utrustning för att genomföra NBC-uppgifter. Det kan t.ex. vara utrustning för att omhänderta en NBC-källa (t.ex. säkert förvaringskärl, verktyg m.m.). Information ska finnas om status på och lokalisering av adekvat materiel, liksom antal och kvalitet.

Övrigt

- Information om fysiologisk och medicinsk status hos personal ska kunna hämtas från sjukvårdsfunktionen.

7.1.3 Logghanterare

För att händelseförlopp ska kunna rekonstrueras behövs en logghanterare. Den lagrade loginformationen behövs för rekapitulering (uppspelning) av genomfört uppdrag, för verksamhetsutveckling, övning och utbildning. Rekapitulering hanteras av komponenten Simuleringsverktyg, se 7.1.15.

Logghanteraren arkiverar exempelvis rörelser (positioner), kommunikation och olika data under ett uppdrag. Loggen ska också kunna ses som ett "diarium" över all information som mottas eller produceras, t.ex. muntlig kommunikation eller skrivna dokument. Det betyder att det måste finnas kopplingar eller länkar mellan loggen och motsvarande dokument eller information i databaser/informationsvaruhus.

Komponenten Logghanterare ansvarar för arkivering av verksamhetsloggar samt funktionalitet för att hantera dessa, t.ex. funktionalitet för att stödja utvärdering av lessons learned. Med loggning avses här loggar som rör verksamheten och inte systemloggar (t.ex. registrering av ny användare i ledningssystemet).

Funktionella behov

- Systemet måste möjliggöra lagring av all typ av indexerad och strukturerad information, t.ex. bilder, filmer, text- och ljudfiler, underrättelser.
- Det ska finnas en länk till redan lagrad information, dvs. till information som lagras på annat ställe i ledningssystemet, t.ex. i Informationsvaruhuset.
- Allt som arkiveras ska kunna märkas med tid och position. Det kan t.ex. vara sensorinformation som ska märkas med sensors position och tid för registrering eller att logga när order gavs och kvitterades.
- Det ska finnas tillgång till ett system för att logga händelser samt person-, fordons- och andra rörelser; dvs. hur dessa har rört sig som funktion av tiden vid genomförande av NBC-uppdrag.
- För att kunna rekonstruera hela händelseförloppet ska även planering, kommunikation (även muntlig) och ordergivning kunna loggas.
- Det ska finnas möjlighet att söka i loggad information. Sortering kan ske på t.ex. tids- och lägesinformation.
- Ett verktyg behövs för att administrera Logghanteraren, t.ex. för att ta bort obsolet information.

Prestanda

- Systemet måste kunna registrera informationen snabbt (nära realtid).

Information

- Händelser vid genomförande av NBC-uppdrag.
- Person-, fordons- och andra rörelser; dvs. hur har dessa rört sig som funktion av tiden.

- Muntlig och skriftlig kommunikation, t.ex. via telefon eller fax.
- Länkar till alla lagrade rapporter, planer och detaljplaner Vid övning och utbildning ska det ursprungliga scenariot och det spelade händelseförloppet kunna sparas för att kunna användas flera gånger.
- Det ska vara möjligt att skapa scenarier i komponenten, som utgångspunkt för övning och utbildning.
- Olika roller och organisationsstrukturer ska kunna användas och testas.
- Möjlighet ska finnas till ett distribuerat system för övning och utbildning, t.ex. innebär det att användarna kan sitta på olika orter under övning.
- Agerandet i händelseförlopp ska kunna ändras under exempelvis utbildning eller planering, för att illustrera resultat av olika tillvägagångssätt, en s.k. what-if funktion.
- Det ska finnas möjlighet till att förändra metodiken för att kunna se hur händelseförlopp och resultat påverkas, vid t.ex. sanering.
- Resultatet av olika handlingsalternativ ska enkelt och tydligt kunna illustreras i Simuleringsverktyget.
- .
- Länkar till alla order och kvittenser.
- Länkar till alla underlag som används för att skapa NBC-lägesbilden.
- Länkar till alla underlag som används för att skapa fiktiva NBC-lägesbilder.
- Länkar till alla underlag som används för att skapa NBC-riskprognoser.

Säkerhet

- Informationen lagras parallellt i minst två oberoende system.
- Det behövs regler för hur informationen ska klassificeras (öppen, hemlig, aktuell, personlig integritet).

7.1.4 Metodhandbok

Metodhandbok med detaljerade instruktioner för hur en NBC-uppgift ska eller kan genomföras, vilken materiel som behövs, vilket skydd som är lämpligt etc. Metodhandboken är en omfattande och detaljerad sökbar databas, som innehåller beskrivningar av NBC-verksamhetens aktuella metoder:

- manualer till skyddsmateriel och indikeringsutrustning
- information om hur en provöverföringsplats ska vara upprättad
- metoder för provtagning
- metoder för identifiering samt manualer till instrument
- information om hur en saneringsplats ska se ut samt manualer till utrustningen
- metoder för sanering
- manualer till indikeringsinstrument och metodbeskrivning för saneringskontroll samt vilka problem som kan uppstå vid saneringskontroll, speciellt av C-stridsmedel.

- Bildbank, med bilder av olika typer av objekt (stridsdelar, källor, kemisk utrustning, NBC-utrustning etc.).

Metodhandboken lämnar vidare förslag på de uppgifter som behöver genomföras för att lösa uppdraget. Information ska även finnas om resursåtgång och tidsåtgång, t.ex. vilken typ av skydd, vilken typ av instrument, och vilka materiella och personella resurser som krävs. Metodhandboken uppdateras med lessons learned från tidigare uppdrag.

Komponenten Metodhandbok ansvarar för att sammanställa och presentera metदानvisningar för att planera och genomföra NBC-uppdrag/uppgifter. Komponentens svarar även för uppdatering av metदानvisningar.

Funktionella behov

- Det ska finnas ett anpassat gränssnitt till metodhandboken, så att instruktionerna kan levereras på ett enkelt sätt. Metदानvisningarna måste vara skrivna på ett för kunden anpassat sätt och lagrade i ett filformat som är läsbart och hanterbart.
- Metदानvisningar ska kunna bifogas till order.
- Metodhandboken måste vara tillgänglig för all försvarsmaktspersonal, oavsett var man befinner sig geografiskt, t.ex. chef för att korrekt kunna utforma order, och genomförare för att kunna utföra uppdraget på rätt sätt.
- Det ska finnas ett avancerat och lättanvänt sökverktyg för metodhandboken. Stöd för att ta fram lämpliga sökkriterier och bygga en sökplan. Möjligheter att utifrån informationsbehovet skapa kriterier för att begränsa sökningen i tid, till geografiskt område och till aktuellt ämne osv.
- Det ska finnas stöd för att efter sökning lista tänkbara metoder för att lösa uppgiften. Listan ska innehålla aspekter på vald metod, t.ex. tids- och resursåtgång. Erfarenheter av tidigare användning av föreslagna metoder ska också finnas.
- Med utgångspunkt från aktuell situation ska systemet kunna föreslå lämpligaste metod.
- Möjlighet måste finnas att exportera metदानvisning från metodhandboken till kunder utanför FM.
- Möjlighet måste finnas att importera metदानvisningar från andra aktörer, såväl civila som militära (EU, NATO, svenska och utländska myndigheter).
- Det ska finnas möjlighet att i metodhandboken tillföra lessons learned från tidigare uppdrag.
- Det ska finnas möjlighet att komplettera bildbanken med bilder tagna i fält i samband med genomförande av uppdrag (t.ex. bilder av stridsdelar, prover).
- Det ska finnas möjlighet att uppdatera befintliga NBC-metदानvisningar vid behov, och efter godkännande, utifrån lessons learned.
- Uppdatering och tillägg av nya metoder måste kunna ske enligt en väl reglerad procedur.
- Möjlighet till interaktiv utbildning och övning i användande av metodhandboken.
- Möjlighet till distribuerad utbildning (distansundervisning).

Prestanda

- Metodhandboken måste vara tillgänglig i realtid för all FM-personal, oavsett var man befinner sig geografiskt.

Information

- Manualer till skyddsmateriel.
- Manualer till indikeringsutrustning.
- Manualer till saneringsutrustning.
- Manualer till analys/detektionsinstrument.
- Metoder för indikering. De som genomför indikeringen måste ha tillgång till ett omfattande material med information om tillvägagångssätt, tidigare erfarenheter m.m.
- Metoder för sanering, samt information om hur en saneringsplats ska vara upprättad. De som genomför saneringen måste ha tillgång till ett omfattande material med information om tillvägagångssätt, tidigare erfarenheter m.m.
- Metoder för saneringskontroll. Detta är egentligen en särskild typ av indikering som ska kunna leda till friklassning av område, utrustning eller personal.
- Metoder för provtagning, samt information om hur en provöverföringsplats ska vara upprättad
- Metoder för identifiering. Avancerade metoder för laboratorieanalys av olika agens. Metoderna måste vara kvalitetscertifierade, så att brott mot internationella lagar och avtal kan beivras.
- Metoder för rekognosering. De som genomför rekognoseringen måste ha tillgång till ett omfattande material med information om tillvägagångssätt, tidigare erfarenheter, m.m.
- Möjlighet att visa information om hur funktionalitet hos återställd utrustning kan testas.
- Möjlighet att ge förslag på åtgärder för reparation av NBC-materiel. I förslaget ska ingå information om var reparationen kan ske (både internt och externt), tidsåtgång, reservdelar m.m.
- Information om risker man kan utsättas för under olika NBC-uppdrag, och hur man skyddar sig mot dessa.
- Erfarenhetsbank, omfattande erfarenheter från tidigare genomförda NBC-uppdrag. Hur genomfördes dessa, hur gick det, erfarenheter? Erfarenheterna ska kunna nyttjas för att i likartade situationer stödja beslutsfattare, samt för att utveckla och förbättra metoder, utrustning och kompetens.
- Bildbank innehållande bilder på plattformar, vapen, prover, källor eller liknande.
- Regler/Standards för NBC-verksamhet.
- Aktualitet/ålder på information i metodhandboken.
- Kursmaterial, t.ex. föreläsningar eller interaktivt utbildningsmaterial.

- Lärarhandledning samt instruktioner för praktiska övningar.

Övrigt

- Personalens framtida förmåga ska om möjligt höjas genom erfarenhetsåterföring som leder till metoduppdateringar och lessons learned.
- I arbetet med förbättring av metodhandboken behövs ofta NBC-expertstöd.

7.1.5 Orderhanterare

Orderhanteraren använder särskilda ordermallar som stöd vid utformningen av en order. Orderhanteraren ska kunna säkerställa att rätt format, aktuellt språk och anpassad/optimal kommunikationsmetod används. Till exempel håller orderhanteraren reda på vilken överföringsmetod som används till varje mottagare på sändlistan. På så sätt kan ordern distribueras på olika vägar till mottagarna enligt given sändlista med en enda knapptryckning. Detta minskar risken för felaktigheter, och ökar snabbheten och effektiviteten avsevärt. Orderns komplexitet är avgörande för vilken överföringsmetod och vilket kommunikationsmedium som ska användas (SMS, fax, kryptofax, e-post, muntligt etc.).

Orderhanteraren har en kvittensfunktion där mottagandet och att ordern är förstådd kvitteras. Samtliga order och kvittenser får tidsstämpel och lagras.

Komponenten Orderhanterare stöttar orderformulering, överföring av order till mottagare och kvittens. Varje order kan därmed följas upp med avseende på mottagande, kvittens, överföringsmetod etc.

Funktionella behov

- Det ska finnas tillgång till en ordermall för att kunna strukturera order på vedertaget sätt. Ordern består av måldel och genomförandedel. I måldelen beskrivs vad som ska uppnås och i genomförandedelen hur det i stort ska gå till.
- Fördefinierade order (stående order) måste kunna skapas och sparas för omedelbar distribution, t.ex. agerande vid olika skyddsnivåer.
- Det ska finnas stöd i form av en mall med givna rubriker, möjlighet att välja NBC-uppgifter och NBC-förmågor, mottagare, överföringssätt, sekretessgrad, tidpunkt, -leveranstidpunkt.
- Orderhanteraren ska ha tillgång till relevanta komponenter i ledningssystemet, t.ex. Planeringsverktyg och Resurshanterare.
- Orderhanteraren ska automatiskt införa valda alternativ från planeringsverktyg i ordermallen.
- För att förbereda ordermottagare kan det ibland vara möjligt att kunna informera om att en viss typ av order kommer att ges inom kort.
- Stöd för att kunna ange prioritet för order, t.ex. högsta prioritet för en order om förändring av skyddsnivå.
- Det ska finnas möjlighet för samtliga befattningshavare, oberoende var de befinner sig, att samtidigt ha tillgång till samma ordermall för order som är under framtagande för att de tillsammans kunna utforma denna.

- Det ska finnas möjlighet för genomförare och chefen för genomförarna att kommunicera vid utformningen av ordern.
- För överföring av order ska det finnas tillgång till ett system som kan visa möjliga överföringsmetoder för aktuella mottagare, samt föreslå, eller automatiskt välja, lämplig överföringsmetod baserat på de kriterier som angivits i ordern. Detta betyder att en aktuell och ständigt uppdaterad lista på överföringsmetoder för respektive mottagare/förband måste finnas. Val av överföringsmetod görs beroende på orderns komplexitet (SMS, fax, kryptofax, e-post, muntligt etc.).
- Det ska finnas tillgång till kommunikationslösningar för att överföra ordern, som kan bestå av text, bild och ljud, enligt valda överföringsmetoder och aktuell sändlista.
- Tillgång till ett system som överskådligt håller reda på att och när olika mottagare av ordern enligt sändlistan mottagit ordern. Detta måste ske i nära realtid och kan realiseras t.ex. genom att mottagaridentiteterna i sändlistan skiftar färg från rött till grönt när ordern kommit fram och lästs.
- Det ska finnas möjlighet att få kvittens från var och en av mottagarna, enligt sändlistan, på att ordern tolkats och förstås.
- Tillgång till kommunikationslösningar ger möjlighet till interaktiv överföring av order, dvs. det måste finnas möjlighet att föra dialog mellan ordergivare och ordermottagare. På detta sätt har mottagare av order möjlighet att ställa frågor och av-sändaren att kontrollera att ordern är uppfattad på rätt sätt. Mottagare av order ska kunna få tillgång till underlaget för ordern.

Prestanda

- Möjlighet att föra dialog i realtid mellan ordergivare och ordermottagare (utförare).
- För prioriterade order (t.ex. ändring av skyddsnivå) är snabb överföring kritisk.

Presentation

- Visualisering av order kan t.ex. ske via karta eller videoklipp.

7.1.6 Planeringsverktyg

Planeringsverktyget ska vara ett stöd för främst staber och beslutande chefer för att kunna analysera och planera ett uppdrags genomförande och jämföra olika handlingsalternativ. För att kunna analysera uppdragets genomförbarhet inklusive dess risker behövs bl.a. information om tillgängliga resurser under aktuell tidsperiod, personal och metoder för genomförandet samt lägesbild och riskprognoser för aktuellt område. Planeringsverktyget kan därmed ses som ett aggregerande verktyg som hämtar information från andra komponenter, t.ex. Informationsvaruhus, Resurshanterare, Metodhandbok, och stödjer beslutsfattare i att välja det mest fördelaktiga handlingsalternativet.

Komponenten Planeringsverktyg ansvarar för att inhämta, sammanställa och presentera information som är relevant för planerat uppdrag. Planeringsverktyget ska därefter ge stöd till generering av olika handlingsalternativ. Därefter ska simuleringsverktyget kunna användas för att föreslå bästa handlingsalternativ utifrån ställda förutsättningar.

Funktionella behov

- Det ska finnas möjligheter att ta emot order.
- Det ska finnas resurser för att ta emot lägesinformation, både NBC och annan.
- Det ska finnas tillgång till resurshanterare och möjligheter att söka och hämta information i denna, samt möjlighet att få kvittens på att begärda resurser finns tillgängliga.
- Planeringsverktyget ska, på grundval av informationen från resurshanterare och ställd uppgift, kunna ta fram ett optimalt förslag till resurssammansättning (förmågor i närheten som är beredda m.m.).
- Med användning av planeringsverktyget ska även fiktiva resurssammansättningar kunna studeras, i syfte att uppnå nödvändig förmåga, samtidigt som handlingsfrihet/flexibilitet kan vidmakthållas.
- Tillgång till metodhandbok för att hämta och ta emot detaljerad information om hur uppdraget kan lösas.
- Tillgång till information om tidigare erfarenheter från informationsvaruhus.
- Tillgång till information från stödjande civila och militära aktörer, t.ex. EU, NATO och myndigheter.
- Möjlighet att begära, ta emot och läsa riskprognoser och konsekvensbedömningar. Information om andra risker än NBC måste också kunna inhämtas.
- Tillgång till expertstöd för att analysera risker och konsekvenser.
- Tillgång till, t.ex. checklista, matris med olika risknivåer, för att prioritera och bedöma aktuell information.
- Det ska finnas möjlighet att visa hur olika handlingsalternativ möter ställda krav. Detta kan t.ex. gälla vilka föreslagna indikeringsplaner som är möjliga att genomföra med hänsyn till givna krav på resurser, tidsramar och tillgängligt materiel. Simuleringsverktyget ska kunna användas för att visualisera de olika handlingsalternativen.

Information

- Order med uppgifter om uppdraget och dess förutsättningar.
- Information om de uppgifter som behöver genomföras för att lösa uppdraget, information om resursåtgång, tidsåtgång etc.
- Information om typ av skydd, instrument, materiella och personella resurser.
- Information om fysiologisk och medicinsk status.
- Annan information t.ex. terränginformation och väderdata.
- Information från tidigare uppdrag i form av lessons learned.
- Information som kompletterar svensk metodhandbok.
- Underrättelser, hot- och riskbedömningar.
- Information om eget, fiendens och tredje parts läge.

7.1.7 Rapporthanterare

Rapporthanteraren visualiserar resultatet av utförda uppgifter på ett lättförståeligt och överskådligt sätt, exempelvis i en lägesbild. Den sammanställda rapporten kan vara allt från en enkel muntlig rapport till ett omfattande dokument med kartbilder och videoklipp. Stöd för att utforma olika typer av rapporter måste finnas, t.ex.:

- Statusrapport - rapporter från olika genomförare
- Rapport om genomförd uppgift
- Rapport om genomfört uppdrag
- Avvecklingsrapport
- Uppföljningsrapport.

Stödet ska utformas så att rapporter ska kunna lagras, hanteras, indexeras och sökas på ett rationellt sätt.

Komponenten Rapporthanterare ansvarar för att skapa och tillhandahålla mallar. Komponenten utgör även ett stöd för att skapa, lagra och indexera rapporter för att t.ex. användas som beslutsunderlag.

Funktionella behov

- Ett tekniskt stöd behövs för att kunna presentera och leverera resultatet efter utförd uppgift i en rapport. Rapportstödet är utformat som en mall.
- Stöd för att sortera och sammanställa information för utformning av rapporter ska finnas.
- Det ska finnas stöd för kundanpassning som är utformat så att det enkelt framgår vilken information som ska ingå i rapporten, exempelvis behöver högre chef inte samma utförliga information som den som arkiveras i ledningssystemet.
- Rapportmallen måste innehålla information om hur rapporten ska arkiveras (rapportbeteckning, registreringsnummer, sökord m.m.).
- För enklare rapporter ska det finnas tillgång till en rapportgenerator för automatisk sammanställning och strukturering av information.
- Ett administrativt verktyg ska finnas för att hantera rapporter, uppdatering av rapporter, säkerhetsklassning m.m..
- Ett administrativt verktyg ska finnas för att stödja provtagning enligt chain of custody-principen.
- Det ska finnas möjligheter att indexera alla rapporter på ett strukturerat sätt så att de blir sökbara i systemet.
- Det ska finnas en funktion för automatisk, kontinuerlig sökning bland rapporter och extraktion av information om erfarenheter och lessons learned från genomförda aktiviteter.
- Det ska finnas möjlighet till manuell sökning bland rapporter och extraktion av information om erfarenheter och lessons learned från genomförda aktiviteter.

- Stöd för att sammanställa resultat från verksamheten i ett format som är anpassat för t.ex. beslutunderlag, rapport med NBC-lägesinformation
- Rapporten ska kunna skickas i ledningssystemet och lagras i Informationsvaruhuset. Rapporten ska kunna användas som NBC-beslutsunderlag och vara enkelt spårbar, indexerad.
- Det behövs ett tekniskt stödsystem för högre chef att vidarebefordra utvärderingsrapporter till ansvariga för metodutveckling. Informationen i utvärderingsrapporterna kan ligga till grund för att t.ex. utveckla metoder.
- Förbättringsförslag på materiel ska kunna lämnas utifrån gjorda erfarenheter. Slut-satserna måste kunna överlämnas till sakkunniga när det gäller metoder och materiel, dvs. kommunikation måste finnas med metod- och materielutvecklare, inköpare m.m.
- Systemet måste kunna hantera information av olika format.
- Systemet måste kunna hantera stora mängder information.

Information

- Rapporter kan innehålla allt från enkel text till mer komplex information som bilder, videoklipp m.m.
- Rapport om analysresultat kan t.ex. innehålla uppgift om aktuellt NBC-agens och funnen koncentration inklusive osäkerheter i provsvaret samt uppgifter om analysmetoder och detaljerad information om hur provet hanterats, dvs. chain of custody.
- Rapport från provtagning kan t.ex. innehålla karta med provtagningsplatser, tidpunkter, resultat av tagna prover.
- Rapport om genomförd uppgift kan t.ex. innehålla en beskrivning av förloppet vid genomförandet samt eventuell rekommendation om lämpliga vidare åtgärder.
- Uppföljningsrapport kan t.ex. innehålla information om erfarenheter och lessons learned för utveckling av metoder och instruktioner.
- Avvecklingsrapport kan t.ex. innehålla information om förbrukad, sanerad materiel, status hos använd skyddsutrustning och personalens fysiologiska, mentala och medicinska status.

Säkerhet

- Rapporter ska behörighetsklassas.
- Systemet måste kunna hantera säkerhetsklassad information.

7.1.8 NBC-lägesverktyg

Lägesbilden är ett centralt underlag vid beslutsfattande och planering av uppdrag. Lägesbilden uppdateras kontinuerligt och är en alltid aktuell informationskälla. Information och prognoser sammanvägs och presenteras i lämpligt format och efter kundens behov. Lägesbilden kan ges som ett interaktivt kartunderlag eller som textmeddelanden, rapporter.

All form av visualisering av aktuellt, framtida eller historiskt läge hanteras av denna komponent.

Funktionella behov

- Det måste finnas resurser att digitalt söka och ta emot NBC och annan lägesinformation i två, tre eller fyra dimensioner. Information ska kunna sökas i internt lagrad information och kompletteras med information från externa källor.
- Komponenten ska kunna göra användaren uppmärksam på om viktiga händelser inträffat, med t.ex. en ljudsignal.
- Tillgång till digital kartdatabas med möjlighet att välja upplösningar och lager/skikt för presentation på kartunderlaget.
- Det ska finnas möjlighet att flexibelt kunna presentera olika typer av information på t.ex. kartunderlag eller i tablåer, enligt gällande standarder. Resultat av t.ex. provtagning/identifiering, spridningsprognos (spridningsmönster, antal drabbade människor/djur), rekommendation om åtgärder ska kunna visualiseras i NBC-lägesbilden (karta).
- Komponenten ska under pågående uppdrag kunna visa mätresultat och aktuella mätpunkter på ett kartunderlag. Detta medger exempelvis att resultatet från varje enskild indikering kan följas direkt av stab/ledning och att kontaminerade områden kontinuerligt, markeras i NBC-lägesbilden.
- Det ska finnas möjlighet att förmedla lägesbilden eller lägesinformation digitalt till interna och externa mottagare enligt deras instruktioner, befattning och tekniska förmåga.
- Det ska finnas möjlighet att lägga in information, som illustrationer, på andra typer av media t.ex. DVD, PDA, sim-kort.
- Det ska finnas möjlighet att lagra NBC-lägesbild i fyra dimensioner på ett strukturerat och sökbart sätt för att kunna följa upp beslut och genomförda uppdrag.
- Aktuell skyddsnivå för olika förband och objekt ska kunna utläsas i NBC-lägesbilden.
- Det ska finnas möjlighet att presentera riskområde, koncentrationsfält, gränsvärden, aktuella mätpunkter, rekognoserade områden och provtagningsplatser på en kartbild.
- I NBC-lägesbilden ska rekommendationer kunna ges om lämplig skyddsnivå och andra passande åtgärder under lösandet av uppgift.
- Det ska finnas möjlighet att inhämta annan relevant lägesinformation från externa aktörer, t.ex. från lokala myndigheter, lokala sjukhus eller sjukvårdsfunktion.
- NBC-lägesverktyget ska kunna göra användaren uppmärksam om vilka enheter och objekt som har förändrat sin skyddsnivå.
- Position för larmade förband/grupper ska finnas markerade i NBC-lägesbilden.
- Det ska vara möjligt att i NBC-lägesbilden se vilka enheter som har kvitterat larmet.
- Automatiskt aktiverade skyddsåtgärder, som t.ex. aktiverade kollektiva filter, ska finnas markerade.
- Ett NBC-larm ska vara lätt att identifiera, t.ex. med en tydlig symbol på kartan i NBC-lägesbilden.

- Det ska finnas möjlighet att välja informationsskikt för visning och animering.

Prestanda

- NBC-lägesbilden ska direkt, nära realtid, visa lägesförändringar, t.ex. ska sensor-larm kunna visas i form av särskild symbol och utbredning av riskområden ska kunna följas i tiden.

Information

- Digital kartdatabas med information om topografi, geologi, klimat, ekonomi, demografi, NBC-relevanta objekt (kärnkraftverk, kemiska industrier, endemiska områden), infrastruktur (el, tele, vatten, avlopp).
- Information om positioner för egna förband samt fiendens och tredje parts läge och deras respektive förmågor samt aktuellt skydd och uppgifter.
- Information om NBC-ämne deras egenskaper och gränsvärden, situationens varaktighet, riskområdets utbredning, konsekvensbedömningar, väderprognos.
- Annan information t.ex. iakttagelser, förflyttningar, förändringar i hotbild och infrastruktur.
- Tillgång till underrättelseinformation samt information från "erfarenhetsdatabas" med lessons learned från tidigare uppdrag ska finnas.

Presentation

- Tillgång till relevanta symboler för att märka ut t.ex. ROTA-objekt, egna och fientliga förband, riskområde, sensorer.

Säkerhet

- Möjlighet att identifiera mottagarens behörighet och att begränsa åtkomsten av information med hjälp av lösenord och olika behörighetsnivå.

Övrigt

- Tillgång till NBC-sakkunnig och NBC-expert för kritisk tolkning, bedömning och sammanvägning av informationen.

7.1.9 Informationsvaruhus

Tillgång till information är avgörande för att fatta väl underbyggda beslut och därigenom möjliggöra effektiv ledning. Tillgången på information garanteras genom att stående informationsinhämtningsprofiler skapas. Inhämtning sker via nätverkets olika källor. Stående rutiner används för att omhänderta dynamisk, egenproducerad information.

Komponenten ansvarar för att värderad, granskad och sammanställd information hanteras, sorteras, indexeras, struktureras och lagras. Denna ska även göras tillgänglig för behöriga aktörer.

Funktionella behov

- Funktioner för registrering, strukturering och indexering samt lagring av information måste finnas. Både statisk (t.ex. metodhandbok, NBC-ämnens egenskaper, topografi och loggade händelser) och dynamisk (t.ex. spridningsprognoser, förflyttningar, väder, hälsostatus) information ska kunna hanteras.

- Komponenten ska innehålla en avancerad sökmotor för åtkomst av lagrad information. Sökmotorn omfattar även användargränssnitt för att ange sökparametrar etc.
- Komponenten ska automatiskt tillhandahålla senast uppdaterad information, t.ex. senaste riskprognos, sensorlarm, senaste position och status för aktörer och risk-objekt.
- Dynamisk information ska kunna inhämtas regelbundet i nära realtid, t.ex. sensor-data, väderinformation, insatspersonalens status, loggad information, aktiviteter vid exempelvis ROTA-objekt och information om epidemier.
- Komponenten ska automatiskt sortera bort gammal dynamisk information efter vald tidsperiod. Möjlighet till lagring av denna som statisk information ska kunna ske om behov för framtida återbruk identifierats.
- Informationen ska lagras i enlighet med befintligt regelverk för öppen och hemlig information.
- Det ska finnas tillgång till kommunikationsverktyg, i form av sökrobotar, för att automatiskt och i valda intervall kunna inhämta och söka information från externa databaser.
- Olika format, xml, jpg, html osv., på information måste kunna importeras och hanteras t.ex. mätdata från indikering, textfiler, bilder, kartor, video- och ljudupptagningar.
- Komponenten ska ge möjlighet att lagra och tillhandahålla ljud- och videofiler som inhämtas från radio- och tv-stationer.
- Möjlighet att hämta underrättelseinformation via krypterad länk måste finnas.
- Komponenten ska kunna transformera mellan olika språk för att möjliggöra sökning och presentation av inhämtat materiel från utländska källor.
- Det ska vara möjligt att sätta kriterier som styr hur länge olika typer av information ska finnas tillgänglig (är aktuell).
- All information ska kunna märkas med tidstämpel, källans identitet, ansvarig etc.
- Informationen ska kunna exporteras till externa aktörer enligt gällande standarder (t.ex. enligt krav från FM, FN, NATO) och valbara format (t.ex. SMS, bilder, videoklipp, mätdatafiler och ljudfiler).
- Komponenten ska kunna hantera användare som tilldelats olika prioritet för att under tidspress erhålla maximal tillgång till efterfrågad information.

Prestanda

- Information måste kunna tillhandahållas i nära realtid.

Information

- Aktuell statisk information: regelverk, mallar, geografisk, topografisk, geologisk, klimat, ekonomisk, demografisk, NBC-relevanta objekt (kärnkraftverk, kemiska industrier, endemiska områden), infrastruktur (el, tele, vatten, avlopp), ortofoton, ämnesegenskaper, spektra för kemiska analyser, tröskelvärden för larmning och avlarmning, erfarenhetsvärden, gränsvärden för tillåten exponering, adresslistor,

incidenter, lägesbilder, uppvisade symptom, typ av skada, tillvägagångssätt, prognoser.

Presentation

- Information ska kunna delges i form av bild, text och ljud.

Säkerhet

- Systemet ska snabbt och säkert kunna avgöra om en klient har behörighet till viss information, genom behörighetskontroll, så att rätt information bara når behörig mottagare.
- System för kryptering och hantering av säkerhetsklassad information måste finnas.
- Det ska alltid finnas minst en säkerhetskopia av all befintlig information.

Övrigt

- Ett regelverk för hur öppen, hemlig och aktuell informationen ska klassificeras måste finnas.

7.1.10 Sensorhanterare

För att få så mycket relevant händelseinformation som möjligt för aktuellt missionsområde krävs tillgång till olika typer av sensorer, t.ex. NBC-sensorer, kameror, observatörer, mätvärden, bilder, respektive rapporter.

Komponenten ansvarar för styrning och kontroll av sensorer samt att samla in och lagra sensorinformation.

Funktionella behov

- Mätresultat måste kunna överföras automatiskt från sensorn/instrumentet till NBC-lägesinformationen.
- Komponenten ska erbjuda stöd för att kunna överföra och lagra bild-, ljud- och text-information från olika sensorer.
- Sensorer som kopplas in i nätverket ska kunna meddela sin identitet och funktionalitet till sensorhanteraren.
- Sensorer som kopplas bort från nätverket ska kunna meddela detta till sensorhanteraren.
- Komponenten ska kunna styra och kontrollera inkopplade sensorer, t.ex. ändring av tröskelvärden, riktning av kamera etc.

Prestanda

- Mätvärden från alla typer av sensorer måste i realtid kunna kommuniceras till Ledningssystemet. Exempelvis måste position, tidpunkt, mätvärden och larmnivå kunna överföras i realtid.

7.1.11 Prognosverktyg

Prognostisering av risk och konsekvens för aktuella resurser (personal och materiel) inom riskområdet förbättrar situationsuppfattningen och medger därför ökad handlingsfrihet och minimering av skaderisken. Prognostisering är en central komponent för att ge maximal

systemeffekt. Komponenten ansvarar för att utifrån givna indata genomföra beräkning enligt vald modell och lagra resultatet.

Funktionella behov

- Komponenten ska kunna utföra avancerade matematiska spridningsberäkningar enligt de modeller som finns att tillgå.
- Följande modeller måste hanteras:
 - Mallar (en enklare typ av modell)
 - Modeller för spridning av N-, B-, och C-ämnen, dels för öppna ytor dels för urbana miljöer
 - Modeller för indirekt spridning av N-, B-, och C-ämnen
 - Modeller för beräkning av riskområde
 - Modeller för beräkning av olika typer av källstyrka, dvs. uppskattning av källans storlek och flöde
 - Modeller för invers modellering
 - Modeller för påverkan på människa av N-, B-, och C-ämnen
 - Modeller för kärnvapenverkan.
- Det måste finnas möjlighet till lagring av de prognoser som beräknats.
- Det ska finnas en kontrollfunktion gentemot aktuell modells indatastruktur, parametrarna kontrolleras avseende typ, värde och kvalité.
- Komponenten måste kunna göra användaren uppmärksam på att icke tillåtna värden använts.
- Komponenten ska kunna uppskatta och ange tidsåtgång för beräkning.
- Komponenten ska kunna ge information om tillgängliga prognosmodeller, och i vilka lägen de kan användas.
- Det måste finnas möjlighet att tydligt kunna ange vilka indata som krävs för att vald modell ska ge ett användbart resultat.
- Modellval ska kunna ske automatiskt baserat på givna indata.
- Komponenten ska stödja tillförsel, uppdatering och borttagning av modeller.
- Resultat av spridningsberäkningar ska kunna redovisas som skadeområden i relativa eller absoluta tal för olika nivåer av skada/inkapacitering.

Prestanda

- Beräkningar ska kunna utföras så snabbt att prognosen är aktuell och användbar.
- Komponenten ska samtidigt kunna hantera flera beräkningar.

Information

- Information om gränsvärden behövs för att relatera resultatet av spridningsberäkningen till aktuell risk för personal eller andra exponerade. Gränsvärden innehåller nivåer för "acceptabla" koncentrationer eller doser, eventuellt kopplat till olika typer av rekommenderat skydd.

- Tillgång till aktuellt väder som indata till spridningsberäkningen, detaljerad information om riskobjektet/källan, fysikaliska parametrar som t.ex. avdunstningshastighet för en viss kemikalie, toxikologiska värden, skyddsfaktorer etc.

7.1.12 Larmhanterare

Att kunna larma och varna i samband med en NBC-händelse är en avgörande funktionalitet för att kunna bibehålla maximal handlingsfrihet och minimera skadeverkan.

Larm innebär att vidarebefordra information om en NBC-händelse till den personal som är akut påverkade av händelsen. Processen kan delvis vara automatiserad.

Varning innebär att information om en NBC-händelse vidarebefordras till den personal som kan komma att bli berörd. Varningen grundas på prognoser för NBC-händelsens utveckling samt de egna förbandens verksamhet.

Larmhanteraren möjliggör att särskilda åtgärder vidtas för att växla mellan fördefinierade skyddsnivåer. Aktuell skyddsnivå för alla förband/enheter och objekt ska synliggöras i NBC-lägesbilden.

Komponenten ansvarar för sändning av larm och varning till de som befinner sig i riskområdet samt tar emot kvittenser av larmet. Komponenten distribuerar förslag på åtgärder som ska vidtas i samband med förändringen av skyddsnivån.

Funktionella behov

- Komponenten ska kunna distribuera varning eller larm till berörda aktörer. Informationen ska innehålla detaljerad beskrivning av den annalkande faran. Beskrivningen omfattar t.ex. vilka förband som kan komma att bli berörda, vid vilken beräknad tidpunkt som de kan bli berörda, hur länge de blir berörda, typ av påverkan, t.ex. belägningsfält, gasmoln
- Komponenten ska ge förslag på åtgärder, t.ex. förändring av skyddsnivå, alternativa vägar.
- Ett larm ska automatiskt kunna aktivera vissa skydd. Ett exempel kan vara att en fordonsventilation stängs av eller att automatiska fysiska skydd slås på.
- Komponenten ska stödja kvittens av larm samt varsko användaren om uteblivna kvittenser.
- Olika typer av larm och larmnivåer ska vara lätt identifierbara.
- Det ska vara möjligt att i samband med larmning förmedla de skyddsåtgärder som ska vidtas i enlighet med de redan fördefinierade skyddsnivåerna.

Prestanda

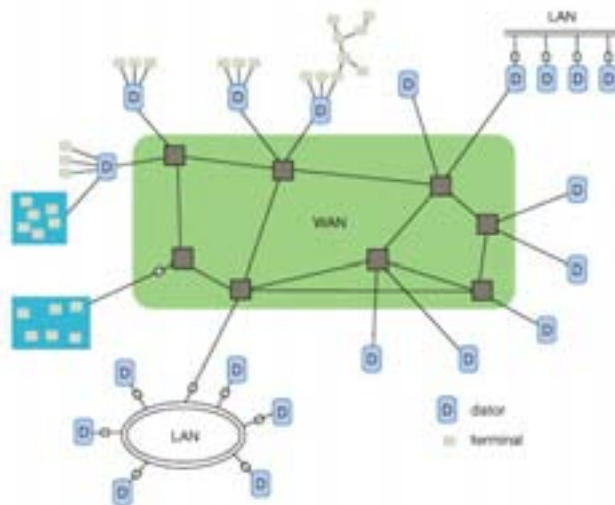
- Säkerhet och snabbhet i överföringen av larm eller varning är högt prioriterade.

Information

- Komponenten ska ha tillgång till fördefinierade skyddsnivåer.

7.1.13 Nätverk

En avgörande funktion i ett ledningssystem är tillgången till ett fungerande nätverk, se vidstående figur. Detta möjliggör kommunikation mellan aktörer i systemet vid utbyte av all typ av information som ingår i ledningsprocessen. Med kommunikation avses här både den informationsöverföring som sker mellan personer över förbindelser mellan skilda platser och datakommunikation för överföring av data mellan två eller flera stationer. Ofta sker datakommunikation mellan två stationer över speciellt inrättade nät eller över det allmänna telenätet, vilket hanterar tjänster för såväl tal som data, bild och video.



Figur 7.2. Nätverk av olika typer stationer mellan vilka kommunikation kan ske

Funktionella behov

- Det ska finnas möjligheter till kommunikation mellan aktörer oavsett geografisk position.
- Det ska finnas möjlighet att överföra text, bild och ljud mellan aktörer.
- Så långt det är möjligt bör externa aktörer ha tillgång till NBC-ledningssystemet, och därigenom till den aktuella lägesbilden. Detta underlättar kommunikationen och resulterar i effektivare samverkan.
- Överföring av sekretessbelagd information ska kunna ske enligt den standard som Försvarsmakten ställer.
- Möjlighet till kommunikation med viktiga noder i nätverket, t.ex. samverkande myndigheter, SOS-alarm, mobilnät och Internet.
- Det ska finnas radiokommunikation med god räckvidd i ett nät med accesspunkter för överföring av exempelvis mätdata till ledningssystemet.
- Det ska finnas möjlighet att kommunicera mellan ledningssystemets olika delsystem, delfunktioner och tjänster på ett tillförlitligt sätt och med hög kapacitet.
- Baserat på meddelandetyp eller rapporttyp ska olika kommunikationsmedia kunna väljas vid överföring.
- Det ska finnas tekniskt stöd för lagring av kommunikationsparametrar, adress, kryptoläge, tidpunkt, adresser i nätverket.
- Kommunikation mellan aktörer ska kunna lagras automatiskt i sökbar form.

Prestanda

- Överföringshastigheten ska medge att alla typer av informationsöverföring kan ske utan att onödiga fördröjningar sker hos ledningsfunktionen.

Säkerhet

- Redundans ska normalt finnas för kommunikation mellan olika huvudfunktioner.
- Det ska finnas möjlighet till att kryptera kommunikation.

7.1.14 Systemadministrationsverktyg

Kontrollen över användare och deras behörighet i systemet är nödvändig både ur ett säkerhets- och ett informationsperspektiv. Inom NBC-skyddsverksamheten hanteras information som kan vara känslig och därför behöver skyddas. Rollbaserad åtkomst i systemet underlättar för användaren då endast relevanta delar av systemet finns tillgängliga.

För att kunna upprätthålla tillfredsställande systemprestanda krävs övervakning av trafik och belastning (minnesutrymme, nyttjande av tjänster m.m.). På så sätt kan systemet byggas ut och förbättras innan flaskhalsar uppstår.

Komponenten ansvarar för behörighetskontroll av användare och administration av behörighetsnivåer för NBC-tjänster och NBC-information. Även loggning av trafik och belastning i systemet ingår.

Funktionella behov

- Ledningssystemet måste automatiskt kunna registrera informationsflödet i syfte att kunna optimera användningen av systemets resurser och tillhörande kommunikationsutrustningar.
- Ledningssystemet måste automatiskt genomföra en frekvens- och funktionsanalys av samtliga tjänster som tillhandahålls.
- Frekvens- och funktionsanalysen ska generera rapporter (för vald tidsperiod) över levererade tjänster, vilka som producerar och konsumerar dessa, samt i vilka konfigurationer.
- Frekvens- och funktionsanalysen ska generera rapporter (för vald tidsperiod) över användningsfrekvens för tjänster.
- Frekvens- och funktionsanalysen ska generera rapporter (för vald tidsperiod) över tjänster som ger ett högt mervärde och som kan utvecklas ytterligare eller sådana som avviker från tänkt användningsmönster.
- Ledningssystemet måste möjliggöra att alla kunder kan ge feedback på de tjänster och resultat som systemet tillhandahåller, samt förslag på förbättringar avseende metoder, materiel, ledningssystem etc.
- Det ska finnas möjlighet att logga säkerhetsrelaterade systemhändelser som t.ex. ändring av lösenord och läsning av filer.
- Det ska finnas möjlighet att skapa och administrera användare och behörighetsnivåer
- Det ska finnas möjlighet att administrera rollbaserad åtkomst av NBC-tjänster och NBC-information.

7.1.15 Simuleringsverktyg

I utbildnings- och övningssyfte behövs ett simuleringsverktyg för att kunna illustrera olika händelseförlopp och utfall. Vidare behövs simuleringsverktyget för att kunna välja mellan olika planeringsalternativ. Vid metodutveckling och analys av lessons learned kan komponenten användas för att jämföra olika handlingsalternativ och vilken påverkan dessa har på resultatet. Operativ eller taktisk nivå påverkar simuleringen!

Komponenten Simuleringsverktyg ansvarar för att kunna spela upp olika händelseförlopp och att åskådliggöra konsekvenser, t.ex. riskområde eller antal skadade. Vid uppspelning av händelseförlopp ska det finnas möjlighet att backa och ändra agerande och förutsättningar för att kunna studera påverkan på resultatet.

Funktionella behov

- Information om vad som hänt, samt var, när och hur genomförarna har agerat under uppdraget, måste gå att spela upp i efterhand.
- Det ska finnas möjlighet till uppspelning av händelseförlopp (fiktivt eller verkligt) för att användas i övnings- och utbildningssammanhang.
- Det ska finnas möjlighet att sätta in markörer vid kritiska situationer i scenarier för att snabbt kunna återgå till dessa tidslägen. Dessa markörer kan sedan användas för att identifiera viktiga beslutspunkter och för utformning av operativa handlingsregler.
- Uppspelningar ska kunna stoppas och spolas tillbaka.
- Vid övning och utbildning ska det ursprungliga scenariot och det spelade händelseförloppet kunna sparas för att kunna användas flera gånger.
- Det ska vara möjligt att skapa scenarier i komponenten, som utgångspunkt för övning och utbildning.
- Olika roller och organisationsstrukturer ska kunna användas och testas.
- Möjlighet ska finnas till ett distribuerat system för övning och utbildning, t.ex. innebär det att användarna kan sitta på olika orter under övning.
- Agerandet i händelseförlopp ska kunna ändras under exempelvis utbildning eller planering, för att illustrera resultat av olika tillvägagångssätt, en s.k. what-if funktion.
- Det ska finnas möjlighet till att förändra metodiken för att kunna se hur händelseförlopp och resultat påverkas, vid t.ex. sanering.
- Resultatet av olika handlingsalternativ ska enkelt och tydligt kunna illustreras i Simuleringsverktyget.

8 Demonstration 2007

8.1 Koncept för demonstration 2007

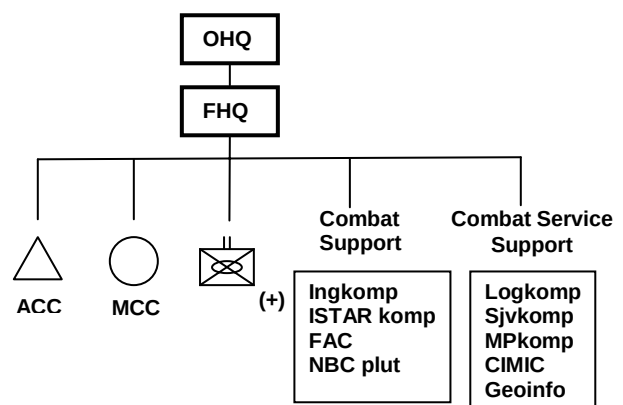
I beställningen för projektet Demo NBC-ledningssystem sägs att en demonstration ska genomföras i slutet av etapp 2, dvs. 2007. För närvarande finns det ingen uttryckt önskan från Försvarmakten vad man vill ha demonstrerat, eftersom beslut om demonstrationer efter 2006 inte föreligger. Vår utgångspunkt för framtagandet av konceptet för demonstrationen har därför varit det ramscenari "Sverige deltar i en större multinationell insats" som är tänkt att användas i demonstrationer 2006. Konceptet innehåller ett antal delscenarier från vilka Försvarmakten längre fram kan välja så att demonstrationen blir ändamålsenlig och i överensstämmelse med planeringen av demonstrationer för 2007. Delscenarierna kan användas var för sig eller plockas ihop för att skapa mer komplexa scenarier. Valet kan också styras av den fas: planering, genomförande eller avveckling av NBC-verksamhet, som ska demonstreras.

8.1.1 Antaganden

Antaganden vid konstruktionen av Konceptet för demonstrationen 2007:

- NBC-funktionen är en stödfunktion till hela Försvarmakten och till sin natur tämligen generisk. NBC-funktionen måste därför vara en integrerad del av Försvarmaktens huvudverksamhet och alltid vara med som en faktor i planeringen.
- Det finns ett önskemål att demonstrationen ska kunna genomföras inom Ledsystemverksamhetens ram vid Försvarmaktens Centrum för ledningssystemutveckling i Enköping, som uttryckts i beställningen av Demo NBC-ledningssystemet, etapp 1.
- Huvudscenariot har formulerats som en uppgift för Nordic Battle Group eftersom den beroende på hotbild och övriga förutsättningar i insatsregionen kan kompletteras ett NBC-förband, se figur 8.1.
- Scenarierna kan även användas som underlag i diskussioner med NBC-skyddsfunktionens personal för att besluta om vad som ska demonstreras 2007.

Försvarmaktens ramscenari "Sverige deltar i en större multinationell insats" innehåller en situationsbeskrivning med bl.a. en historisk bakgrund som kan användas för olika typer av utvecklingsverksamhet, exempelvis spel och demonstrationer. Tanken är att typfall och delscenarier ska kunna skapas med utgångspunkt i ramscenariot och sedan fördjupas för att skapa möjlighet att testa olika aspekter av ledning.

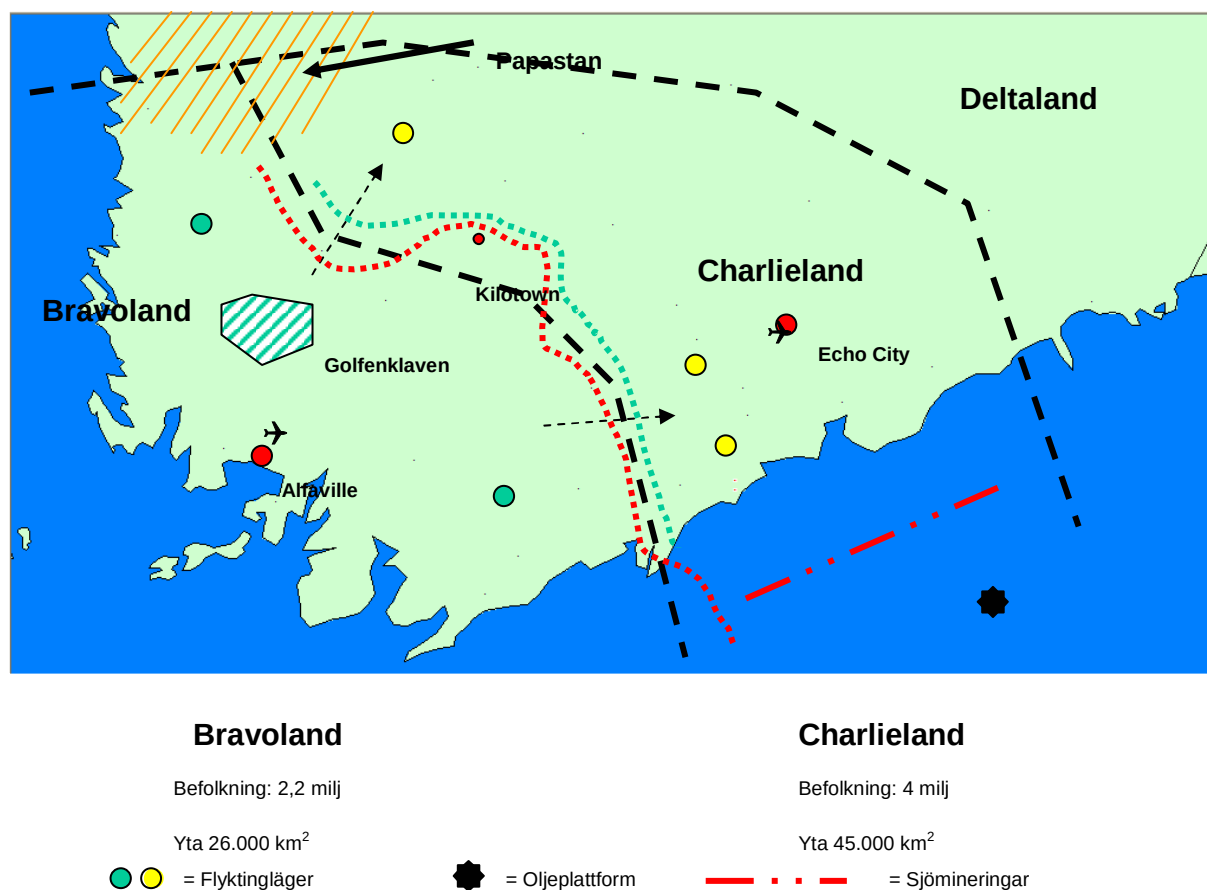


Figur 8.1 Organisationsplan för "Nordic Battle Group". OHQ =Operation Headquarter, FHQ= Force Headquarter, ACC= Air Component Command, MCC= Maritime Component Command

8.1.2 Huvudscenario Demo NBC-ledningssystem

Konfliktområdet

Länderna Bravoland, Charlieland samt Deltaland ligger på F-kontinentens östkust strax söder om ekvatorn. Avståndet till Bryssel är ca 600 mil. Klimatet är tropiskt.



Figur 8.2 Karta över konfliktområdet

Konflikten

Alla tre länderna är före detta kolonier som blivit självständiga under 1960-talet. Deltands frigörelse ägde rum under lugna former och landet har utvecklats till en relativt stabil demokrati.

I Charlieland, som då även omfattade nuvarande Bravoland, däremot föregicks frigörelsen av en långvarig väpnad kamp mot kolonialmakten. Efter självständigheten bildades federationen Charlieland men ganska snabbt uppstod oenighet mellan de olika etniska grupperna i landet. Detta resulterade i att delstaten Bravoland bröt sig ur federationen och bildade republiken Bravoland. Denna statsbildning har inte erkänts av det internationella samfundet

Bravoland styrs av en diktator som stöds av den bravianska folkgruppen. I landet finns även en stor charliensk minoritet som utsatts för omfattande förtryck från regeringssidan.

Detta har resulterat i omfattande flyktingströmmar dels till Charlieland men även till den provins (Golfenklaven) som helt domineras av charlianer. Golfenklaven är nu kraftigt överbefolkad och har en mycket svår humanitär situation. Även bravianer har tvingats fly från framför allt Golfenklaven men även från andra charliedominerade områden.

I norra delarna av Bravoland och Charlieland som utgörs av otillgängliga bergstrakter opererar Papagerillan som strävar efter ett självständigt Papastan som även omfattar ett område i sydvästra Deltaland. Papagerillan bekämpas av regeringsstyrkor från både Bravoland och Charlieland. Deltaland har gett den papastanska folkgruppen ett visst självstyre men motsätter sig ett självständigt Papastan.

Bravoland har avskärmat sig från omvärlden och har bara förbindelser med några andra diktaturstater.

Under lång tid har misstankar funnits att Bravoland har haft ett program för tillverkning av kemiska vapen. Man har hela tiden förnekat detta men inte tillåtit några inspektioner. Våren 2003 genomfördes ett angrepp på en papastansk bergsby där allt tyder på att kemiska stridsmedel användes. Enligt uppgifter från ögonvittnen som lyckats ta sig ut ur landet tyder mycket på att man använts sig både av nervgas och av senapsgas.

Charlieland är en enpartistat med rika naturtillgångar, bl.a. olja och diamanter. En omfattande korruption samt det faktum att naturtillgångarna till stor del exploaterats av utländska intressen har lett till en svår ekonomisk situation och utbredd fattigdom hos befolkningen. Charlieland har stöd av den politiskt likasinnade C-stormakten.

Främst för att komma över råvarutillgångar började Bravoland under 1990-talet att uppträda allt mer aggressivt mot Charlieland och regelrätta strider bröt ut längs gränsen. Efter en period av relativt lugnt inledde Bravoland 2004 en invasion av Charlieland, bl.a. utsattes den charlienska staden Kilotown för en halvårslång belägring med mycket stora civila förluster. Charlieland gjorde dock överraskande stort motstånd och efter kraftiga påtryckningar från omvärlden enades parterna i slutet av 2004 om ett eldupphöravtal. Man kom överens om en eldupphör-linje som i huvudsak följer den tidigare gränsen mellan länderna, förutom vid Kilotown.

För att skapa förutsättningar för en återuppbyggnad av länderna enades FN:s Säkerhetsråd om en resolution som innebär att en fredsbevarande styrka ska sändas till landet. Bägge parterna har accepterat detta.

Uppdraget

Uppdraget att sända en fredsbevarande styrka till konfliktområdet har gått till Europeiska Unionen. Inom EU har beslut tagits om att uppdraget ska lösas av den Battle Group som innehar beredskap vilket för närvarande är Nordic Battle Group under svensk ledning.

Uppdraget innebär att styrkan ska förhindra att striderna mellan parterna återupptas, bl.a. ska en Zone of Separation (ZOS) upprättas på ömse sidor om eldupphör-linjen (Cease Fire Line, CFL). Vidare ska en No Flying Zone (NFZ) samt en Maritime Restricted Area (MRA) upprättas. Styrkan ska också avvärja civila och de paramilitära grupper som finns på båda sidor. Minröjning till sjöss och på land ska genomföras.

I uppdraget ingår även att lokalisera och oskadliggöra produktionsanläggningar och förråd av kemiska stridsmedel.

Styrkans sammansättning

Styrkan leds av ett OHQ, i Storbritannien, bemannat av i huvudsak briter men förstärkt med svenska stabsmedlemmar och med en svensk som chef.

I operationsområdet leds styrkan av ett FHQ, under svensk ledning och bemannat av Sverige, Norge och Finland.

Manöverförbandet utgörs av en svensk mekaniserad bataljon (patgb 203), ett svenskt stridsvagnskompani (strv 122) samt en finsk granatkastarpluton (120 mm).

Styrkan stöds av en Combat Support-enhet och en Combat Service Support-enhet.

Flygstridskrafterna leds av ett ACC och sjöstridskrafterna av ett MCC.

8.1.3 Delscenarier

Nedan följer ett antal delscenarier som ett första förslag till vad demonstrationen 2007 skulle kunna visa. Ett gemensamt inslag i alla delscenarier är att demonstrera att rätt information kan delges varje aktör efter behov, en funktion som är central för att uppnå bättre förmåga att på varje nivå inom NBC-verksamheten fatta snabba, väl underbyggda och väl förankrade beslut.

De olika delscenarierna har skapats för att visa och testa hur NBC-funktionen på olika organisationsnivåer t.ex. NBC-officer på OHQ, NBC-befäl på FHQ, NBC-enheten inom combat support, NBC-grupp ur NBC-enheten, med olika uppgifter har olika behov av ledningsstöd beroende av ansvar och roll.

Delscenario 1: Planering av insats

Förutsättning:

Planering och förberedelser av insatsen ska genomföras av OHQ. Styrkan ska kunna vara på plats i insatsområdet inom 60 dagar. Insatsens längd kan vara upp till ett år. NBC-officeren i OHQ har fått i uppgift att redovisa uppdragets innebörd ur NBC-synpunkt.

Syfte med demonstrationen:

NBC-officeren på OHQ planerar för en rekognosering och skapar underlag för att sätta samman en rek-styrka. Interoperabilitet blir en aktuell fråga redan i en planeringsfas, vad behövs (i form av informationsinhämtning och analys) för att Sverige ska kunna ta ansvar för sin egen personal?

Vilken information, vilka informationskällor, informationsbearbetning behövs för att lösa uppgiften och hur ser planen för genomförande ut?

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild.

För att stödja delscenariot måste följande komponenter delvis vara implementerade eller visualiserade i simulatorn:

Metodhandbok, Planeringsverktyg, Resurshanterare, NBC-lägesverktyg, Informationsvaruhus, Nätverk, Systemadministrationsverktyg.

Delscenario 2: Riskbedömning av hamn

Förutsättning:

Styrkan är under gruppering i insatsområdet. Hamnen i Alfaville används för transporter och man vill kunna utöka användningen av hamnen. Hamnen, som bl.a. består av en stor oljehamn utsattes under kriget för kraftig bekämpning och är till delar förstörd.

NBC-officeren i FHQ har fått i uppgift att inventera riskerna i hamnen och vilka åtgärder som kan vidtas för att minska dessa.

Syfte med demonstrationen:

NBC-officeren ska sätta samman en grupp som kan kartlägga hamnen och dokumentera var eventuella ROTA-objekt finns. Kartläggning av vilken utrustning och vilket skydd som gruppen behöver för att kunna genomföra uppgiften. Demonstrationen ska visa på vilket sätt ledningssystemet bidrar för att effektivisera arbetet. Riskprognoser ska göras på olika nivåer för ROTA-objekt i hamnen och ge underlag för att svara på frågor som; hur påverkar ett haveri hamnens tillgänglighet, vilka sensorer, inklusive civila, finns och var är dessa placerade, vilka informationskällor finns att tillgå?

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild, Riskbedömning, Prognostisering riskområde NBC, Informationsvaruhus NBC, Konsekvensbedömning, Systemadministrationsverktyg.

För att stödja delscenariot måste följande komponenter vara delvis implementerade eller visualiserade i simulatorn:

Resurshanterare, Metodhandbok, Planeringsverktyg, NBC-lägesverktyg, Informationsvaruhus, Prognosverktyg, Nätverk, Systemadministrationsverktyg.

Delscenario 3: Omhändertagande av C-ammunition

Förutsättning:

Under rutinpatrullering upptäcker en patrull ur 1 Mekkomp ett hittills okänt ammunitionsförråd. Vid kontroll av innehållet i förrådet upptäcks något som man misstänker är C-laddade artillerigranater. Händelsen rapporteras till bataljonsstaben och där får NBC-befälet uppgiften att föreslå dels omedelbara åtgärder och dels hur situationen ska hanteras på sikt.

Syfte med demonstrationen:

Visa hur ett beslutsunderlag tas fram och hur upprättad plan följs för att lösa uppgiften. Personalen kan t.ex. befinna sig i radio/kommunikationsskugga, vilka krav ställer en sådan situation på förberedelserna? Indikering, provtagning, analys kan vara en del av uppdraget. Verifiera ämnen, reda ut ägarförhållanden, om något saknas etc. Plan för att ta bort och destruera ammunition kan behöva upprättas.

Vilket ledningsstöd (vilken information, vilka informationskällor, informationsbearbetning) behövs för att lösa uppgiften? Resultat av aktiviteten? Behov av expertstöd, EOD?

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild, Informationsvaruhus NBC, Prognostisering riskområde C, Distribuerat expertstöd, NBC-metodanvisning, Distribution av erfarenheter och taktikanpassning, Indikering,

För att stödja delscenariot måste följande komponenter vara delvis implementerade eller visualiserade i simulatören:

Rapporthanterare, Orderhanterare, Resurshanterare, Metodhandbok, Informationsvaruhus, NBC-lägesverktyg, Planeringsverktyg, Prognosverktyg, Nätverk, Systemadministrationsverktyg.

Delscenario 4: Övervakning av flygbas

Förutsättning:

Ett flygförband har grupperats på en f.d. flygbas i Bravoland. Inne på basområdet finns ett förråd med gammal ammunition. Under arbetet med att tömma förrådet upptäcks ett antal flygbomber som troligtvis innehåller kemiska stridsmedel. Arbetet avbryts omedelbart. Det är mycket angeläget att flygförbandet kan fortsätta sin verksamhet på basen och man beslutar sig därför för att låta ammunitionen vara kvar i förrådet men att den ska övervakas så att eventuella utsläpp snabbt kan upptäckas. NBC-plutonen i styrkans Combat Support-enhet får uppdraget att övervaka förrådet. Chefen för NBC-plutonen har just fått uppdraget och ska planera för lösandet av detta.

Syfte med demonstrationen:

Använda flygplats – hur säkras den? Placering av sensorer (invers modellering)?

Vilket ledningsstöd (vilken information, vilka informationskällor, informationsbearbetning) behövs för att lösa uppgiften? Resultat av aktiviteten?

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild, Informationsvaruhus NBC, Prognostisering riskområde C, Distribuerat expertstöd, NBC-metodanvisning, Distribution av erfarenheter och taktikanpassning, Indikering, Utplacering av sensorer, Planering av NBC-övervakning, NBC-övervakning.

För att stödja delscenariot måste följande komponenter vara delvis implementerade eller visualiserade i simulatören:

Orderhanterare, Planeringsverktyg, Metodhandbok, Resurshanterare, Prognosverktyg, Informationsvaruhus, NBC-lägeshanterare, Systemadministrationsverktyg, Nätverk.

Delscenario 5: Provtagning

Förutsättning:

Strax utanför Alfaville ligger en kemisk fabrik som man misstänker kan ha använts för produktion av kemiska stridsmedel. I syfte att verifiera detta har man beslutat att ta ett antal

prover på substanser som förvaras i anläggningen samt transportera proverna till ett ackrediterat laboratorium för analys. Uppdraget att genomföra detta har gått till NBC-plutonen. Inom ramen för detta uppdrag har plutonens provtagningsgrupp fått till uppgift att ta vätskeprover på ett antal tunnor som förvaras i ett lagringsutrymme i anläggningen.

Syfte med demonstrationen:

Visa dokumentationen kring proverna och hur chain of custody upprätthålls och säkerställs och test av metodhandbokens instruktioner.

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild, Informationsvaruhus NBC, Prognostisering riskområde C, Distribuerat expertstöd, NBC-metodanvisning, Distribution av erfarenheter och taktikanpassning, Indikering, Provtagning.

För att stödja delscenariot måste följande komponenter vara delvis implementerade eller visualiserade i simulatorn:

Orderhanterare, Uppdragsövervakare, Logghanterare, Metodhandbok, Planeringsverktyg, Rapporthanterare, NBC-lägesverktyg, Informationsvaruhus, Prognosverktyg, Nätverk, Systemadministrationsverktyg.

Delscenario 6: Väpnat angrepp

Förutsättning:

Gerilla kommer över gammal C-vapen och använder dessa i ett överraskande angrepp. Stridsgruppen hamnar i en akut situation och måste snabbt agera för att minska konsekvenserna.

Syfte med demonstrationen:

Visa hur ledningssystemet snabbt kan samla in sensorinformation bearbeta denna och generera underlag för att bedöma riskområdets utbredning och vilka konsekvenser en exponering kan få. Underlag för beslut om fortsatt agerande t.ex. strategi för kompletterande indikering (optimal utplacering av sensorer). Underlag för planering av omhändertagande av skadade.

Tjänster som måste levereras av NBC-ledningssystemet för att demonstrera delscenariot:

Eget läge, Tredje parts läge, Terränginformation, NBC-läge, Väderdata, Leverans av NBC-hotbild, Informationsvaruhus NBC, NBC-metodanvisning, Prognostisering riskområde C, Larma, Varning, Konsekvensbedömning, Indikering, Utplacering av sensorer.

För att stödja delscenariot måste följande komponenter vara delvis implementerade eller visualiserade i simulatorn:

Larmhanterare, Logghanterare, NBC-lägesverktyg, Prognosverktyg, Informationsvaruhus, Planeringsverktyg, Resurshanterare, Nätverk, Systemadministrationsverktyg, Uppdragsövervakare, Simuleringsverktyg, Metodhandbok.

8.2 Funktionella krav på demonstratorn

I det här avsnittet beskrivs de behov som utgör funktionella krav på demonstratorn/simulatorn. I arbetet med att välja ut dessa behov har tonvikt lagts på planering och

något mindre på genomförande av uppdrag. Intressant att notera är att samtliga komponenter i någon mån behöver implementeras! Behovsurvalet stödjer de scenarier som har tagits upp i avsnitt 8.1, då både planering och genomförande förekommer. Några behov rörande avveckling och erfarenhetsåtermatning finns även med.

Samtliga komponenter är beskrivna på samma sätt och i samma ordning som i avsnitt 7.1. Detta för att det här avsnittet ska kunna lyftas ur rapporten och utgöra underlag för fortsatt arbete. En komponent beskrivs först kort för att få uppfattning om hur den passar in i verksamheten. Sedan följer ett stycke om komponentens ansvar, dvs. vad den ska kunna hantera, och till sist följer de funktionella behoven. Vissa komponenter som beskrivs nedan är inte NBC-specifika och är därför inte fullödigt beskrivna. För att få en helhet är de ändå medtagna.

8.2.1 Uppdragsövervakare

Uppdragsövervakare syftar till att kontrollera att genomförandet av NBC-uppdrag följer den uppgjorda planen och att ställda mål uppnås. Övervakning startar omedelbart efter att order är given och pågår under hela genomförandefasen. All rapportering under övervakningen lagras i ledningssystemet. Övervakningen ligger till grund antingen för förändringar i detaljer i genomförandet eller för ett helt nytt beslut. Resultatet från övervakningen förs även vidare till överliggande ledningsprocesser som beslutsunderlag.

Komponenten uppdragsövervakare ansvarar för uppföljning i nära realtid av genomförandet av ett uppdrag. Komponentens ansvarar även för att samla in och hantera information kring pågående uppgifter mot avsedd uppdragsplan, detta kan t.ex. ske genom positionsuppdateringar för genomförare. Avvikelser från plan kommer därmed att synliggöras av komponenten och utgöra beslutsunderlag för eventuella förändringar i utförande.

Funktionella behov

- Berörd chef, oavsett var han befinner sig, måste ha tillgång till plan eller detaljplan som ska följas upp. En plan eller detaljplan kan innefatta text, ljud och bild, varför systemet måste kunna hantera flera media.
- Hjälpmedel för positionsbestämning för utförare ska finnas. Positionsbestämning kan t.ex. utföras med hjälp av GPS.

8.2.2 Resurshanterare

Tillgång till en resursdatabas för personal- och materielförteckning behövs, bl.a. för att kunna planera uppdrag i Planeringsverktyget. Behov finns också av att kunna identifiera vad som måste ersättas (t.ex. sådant som är ur funktion). Återställande av materiel och personal görs genom sanering, ersättning och reparation av förbrukad/skadad materiel, vilket kommuniceras till resursdatabasen. Resursdatabasen utgör en del av aktuellt läge.

Komponenten Resurshanterare ansvarar för att leverera status på personella och materiella resurser, relevant historik (ex vaccinationer) samt bokningsmöjligheter.

Funktionella behov

- Tillgång till resursdatabas med aktuell och relevant resursförteckning. Förteckningen måste omfatta såväl specifika NBC- som andra försvarsmaktsresurser. Resursdatabasen innehåller alla tillgängliga resurser (personella och materiella), kompetens, förmåga, status, tillgänglighet m.m.
- Komponenten ska kunna svara på vilken materiel som finns tillgänglig och vilken personal som är uppbokad/ledig (t.ex. utsövd, hemma på permission, sjuk, frisk).
- En lista över aktuella utförare och materiel ska kunna erhållas, beroende på vald metod eller ställd NBC-uppgift. Listan över resurser ska innehålla information om tillgänglighet, status m.m. per utförare.
- Det ska finnas möjlighet att boka in personal och materiel för kommande uppgifter.
- Varje bokning måste kunna registreras i resursdatabasen så att denna alltid kan visa aktuellt läge.

8.2.3 Logghanterare

För att händelseförlopp ska kunna rekonstrueras behövs en logghanterare. Den lagrade loginformationen behövs för rekapitulering (uppspelning) av genomfört uppdrag, för verksamhetsutveckling, övning och utbildning. Rekapitulering hanteras av komponenten Simuleringsverktyg.

Logghanteraren arkiverar exempelvis rörelser (positioner), kommunikation och olika data under ett uppdrag. Loggen ska också kunna ses som ett "diarium" över all information som mottas eller produceras, t.ex. muntlig kommunikation eller skrivna dokument. Det betyder att det måste finnas kopplingar eller länkar mellan loggen och motsvarande dokument eller information i databaser/informationsvaruhus.

Komponenten Logghanterare ansvarar för arkivering av verksamhetsloggar samt funktionalitet för att hantera dessa, t.ex. funktionalitet för att stödja utvärdering av lessons learned. Med loggning avses här loggar som rör verksamheten och inte systemloggar (exempelvis registrering av ny användare i ledningssystemet).

Funktionella behov

- Det ska finnas ett system för att logga händelser samt person-, fordons- och andra rörelser; dvs. hur dessa har rört sig som funktion av tiden vid genomförande av NBC-uppdrag.
- För att kunna rekonstruera hela händelseförloppet ska även planering, kommunikation (även muntlig) och ordergivning kunna loggas.

8.2.4 Metodhandbok

Metodhandbok med detaljerade instruktioner för hur en NBC-uppgift ska eller kan genomföras, vilken materiel som behövs, vilket skydd som är lämpligt, etc. Metodhandboken är en omfattande och detaljerad sökbar databas, som innehåller beskrivningar av NBC-verksamhetens aktuella metoder, och omfattar:

- manualer till skyddsmateriel och indikeringsutrustning
- information om hur en provöverföringsplats ska vara upprättad

- metoder för provtagning
- metoder för identifiering samt manualer till instrument
- information om hur en saneringsplats ska se ut samt manualer till utrustningen
- metoder för sanering
- manualer till indikeringsinstrument och metodbeskrivning för saneringskontroll samt vilka problem som kan uppstå vid saneringskontroll, speciellt av C-stridsmedel
- bildbank, med bilder av olika typer av objekt (stridsdelar, källor, kemisk utrustning, NBC-utrustning, etc.).

Metodhandboken lämnar vidare förslag på de uppgifter som behöver genomföras för att lösa uppdraget. Information ska även finnas om resursåtgång och tidsåtgång, t.ex. vilken typ av skydd, vilken typ av instrument, och vilka materiella och personella resurser som krävs. Metodhandboken uppdateras med lessons learned från tidigare uppdrag.

Komponenten Metodhandbok ansvarar för att sammanställa och presentera metodanvisningar för att planera och genomföra NBC-uppdrag/uppgifter. Komponentens svarar även för uppdatering av metodanvisningar.

Funktionella behov

- Det ska finnas ett anpassat gränssnitt till metodhandboken, så att instruktionerna kan levereras på ett enkelt sätt. Metodanvisningarna måste vara skrivna på ett för kunden anpassat sätt och lagrade i ett filformat som är läsbart och hanterbart.
- Det ska finnas ett avancerat och lättanvänt sökverktyg för metodhandboken. Stöd för att ta fram lämpliga sökkriterier och bygga en sökplan. Möjligheter att utifrån informationsbehovet skapa kriterier för att begränsa sökningen i tid, till geografiskt område och till aktuellt ämne osv.
- Det ska finnas stöd för att efter sökning lista tänkbara metoder för att lösa uppgiften. Listan ska innehålla aspekter på vald metod, t.ex. tids- och resursåtgång. Erfarenheter av tidigare användning av föreslagna metoder ska också finnas.

8.2.5 Orderhanterare

Orderhanteraren använder särskilda ordermallar som stöd vid utformningen av en order. Orderhanteraren ska kunna säkerställa att rätt format, aktuellt språk och anpassad/optimal kommunikationsmetod används. Till exempel håller orderhanteraren reda på vilken överföringsmetod som används till varje mottagare på sändlistan. På så sätt kan ordern distribueras på olika vägar till mottagarna enligt given sändlista med en enda knapptryckning. Detta minskar risken för felaktigheter, och ökar snabbheten och effektiviteten avsevärt. Orderns komplexitet är avgörande för vilken överföringsmetod och vilket kommunikationsmedium som ska användas (SMS, fax, kryptofax, e-post, muntligt, etc.).

Orderhanteraren har en kvittensfunktion där mottagandet och att man har förstått ordern kvitteras. Samtliga order och kvittenser får tidsstämpel och lagras.

Komponenten Orderhanterare stöttar orderformulering, överföring av order till mottagare och kvittens. Varje order kan därmed följas upp med avseende på mottagande, kvittens, överföringsmetod etc.

Funktionella behov

- Det ska finnas tillgång till en ordermall behövs för att kunna strukturera order på vedertaget sätt. Ordern består av måldel och genomförandedel. I måldelen beskrivs vad som ska uppnås och i genomförandedelen hur det i stort ska gå till.
- Fördefinierade order (stående order) måste kunna skapas och sparas för omedelbar distribution, t.ex. agerande vid olika skyddsnivåer.
- Orderhanteraren ska automatiskt införa valda alternativ från planeringsverktyg i ordermallen.
- Prioritet för order ska kunna anges, t.ex. högsta prioritet för en order om förändring av skyddsnivå.
- Det ska finnas möjlighet för samtliga befattningshavare, oberoende av var de befinner sig, att samtidigt ska kunna ha tillgång till samma ordermall för order som är under framtagande för att de tillsammans ska kunna utforma denna.
- Tillgång till ett system som överskådligt håller reda på att och när olika mottagare av ordern enligt sändlistan mottagit ordern ska finnas. Detta måste ske i nära realtid och kan t.ex. realiseras genom att mottagaridentiteterna i sändlistan skiftar färg från rött till grönt när ordern kommit fram och lästs.
- Det ska finnas möjlighet att få kvittens från var och en av mottagarna, enligt sändlistan, på att ordern tolkats och förstås.

8.2.6 Planeringsverktyg

Planeringsverktyget ska vara ett stöd för främst staber och beslutande chefer för att kunna analysera och planera ett uppdrags genomförande och jämföra olika handlingsalternativ. För att kunna analysera uppdragets genomförbarhet inklusive dess risker behövs bl.a. information om tillgängliga resurser under aktuell tidsperiod, personal och metoder för genomförandet samt lägesbild och riskprognoser för aktuellt område. Planeringsverktyget kan därmed ses som ett aggregerande verktyg som hämtar information från andra komponenter, t.ex. Informationsvaruhus, Resurshanterare, Metodhandbok, och stödjer beslutsfattare i att välja det mest fördelaktiga handlingsalternativet.

Komponenten Planeringsverktyg ansvarar för att inhämta, sammanställa och presentera information som är relevant för planerat uppdrag. Planeringsverktyget ska därefter ge stöd till generering av olika handlingsalternativ. Därefter ska simuleringsverktyget kunna användas för att föreslå bästa handlingsalternativ utifrån ställda förutsättningar.

Funktionella behov

- Tillgång till resurshanterare och möjligheter att söka och hämta information i denna, samt möjlighet att få kvittens på att begärda resurser ska finnas tillgängliga.
- Det ska finnas tillgång till metodhandboken för att hämta detaljerad information om hur uppdraget kan lösas.
- Det ska finnas tillgång till information om tidigare erfarenheter från informationsvaruhus.

- Det ska finnas illgång till information från stödjande civila och militära aktörer, t.ex. EU, NATO och myndigheter.
- Det ska finnas möjlighet att begära, ta emot och läsa riskprognoser och konsekvensbedömningar. Information om andra risker än NBC måste också kunna inhämtas.
- Tillgång till t.ex. checklista, matris med olika risknivåer, för att prioritera och bedöma aktuell information ska finnas.

8.2.7 Rapportanterare

Rapportanteraren visualiserar resultatet av utförda uppgifter på ett lättförståeligt och överskådligt sätt, ex i en lägesbild. Den sammanställda rapporten kan vara allt ifrån en enkel muntlig rapport till ett omfattande dokument med kartbilder och videoklipp.

Stöd för att utforma olika typer av rapporter måste finnas, t.ex.:

- Statusrapport, dvs. rapporter från olika genomförare
- Rapport om genomförd uppgift
- Rapport om genomfört uppdrag
- Avvecklingsrapport
- Uppföljningsrapport.

Stödet ska utformas så att rapporter ska kunna lagras, hanteras, indexeras och sökas på ett rationellt sätt.

Komponenten Rapportanterare ansvarar för att skapa och tillhandahålla mallar. Komponenten utgör även ett stöd för att skapa, lagra och indexera rapporter för att t.ex. användas som beslutsunderlag.

Funktionella behov

- Tillgång till stöd för att sammanställa resultat från verksamheten i ett format som är anpassat för t.ex. beslutunderlag, rapport med NBC-lägesinformation ska finnas
- Rapporten ska kunna skickas i ledningssystemet och lagras i Informationsvaruhuset. Rapporten ska kunna användas som NBC-beslutsunderlag och vara enkelt spårbar (indexerad).

8.2.8 NBC-lägesverktyg

Lägesbilden är ett centralt underlag vid beslutsfattande och planering av uppdrag. Lägesbilden uppdateras kontinuerligt och är en alltid aktuell informationskälla. Information och prognoser sammanvägs och presenteras i lämpligt format och efter kundens behov. Lägesbilden kan ges som ett interaktivt kartunderlag eller som textmeddelanden, rapporter.

All form av visualisering av aktuellt, framtida eller historiskt läge hanteras av den här komponenten. Komponenten kan notifiera användaren om viktiga händelser, t.ex. med en ljudsignal.

Funktionella behov

- Det måste finnas resurser att digitalt söka och ta emot NBC och annan lägesinformation i två, tre eller fyra dimensioner. Information ska kunna sökas i internt lagrad information och kompletteras med information från externa källor.
- Komponenten ska kunna göra användaren uppmärksam på om viktiga händelser inträffat, t.ex. med en ljudsignal.
- Det ska finnas tillgång till digital kartdatabas med möjlighet att välja upplösningar och lager/skikt
- Det ska finnas möjlighet att flexibelt kunna presentera olika typer av information på kartunderlag, i tablåer, osv., enligt gällande standarder. Resultat av t.ex. provtagning/identifiering, spridningsprognos (spridningsmönster, antal drabbade människor/djur), rekommendation om åtgärder ska kunna visualiseras i NBC-lägesbilden (karta).
- Komponenten ska under pågående uppdrag kunna visa mätresultat och aktuella mätpunkter på ett kartunderlag. Detta medger exempelvis att resultatet från varje enskild indikering kan följas direkt av stab/ledning och att kontaminerade områden kontinuerligt, markeras i NBC-lägesbilden.
- Det ska finnas möjlighet att förmedla lägesbilden eller lägesinformation digitalt till interna och externa mottagare enligt deras instruktioner, befattning och teknisk förmåga.
- Aktuell skyddsnivå för olika förband och objekt ska kunna utläsas i NBC-lägesbilden.
- Det ska finnas möjlighet att presentera riskområde, koncentrationsfält, gränsvärden, aktuella mätpunkter, rekognoserade områden och provtagningsplatser på en kartbild.
- I NBC-lägesbilden ska rekommendationer kunna ges om lämplig skyddsnivå och andra passande åtgärder under lösandet av uppgift.
- Det ska finnas möjlighet att inhämta annan relevant lägesinformation från externa aktörer, t.ex. från lokala myndigheter, lokala sjukhus eller sjukvårdsfunktion.
- Position för larmade förband/grupper ska finnas markerade i NBC-lägesbilden.
- Det ska vara möjligt att i NBC-lägesbilden se vilka enheter som har kvitterat larmet.
- Ett NBC-larm ska vara lätt att identifiera, t.ex. med en tydlig symbol på kartan i NBC-lägesbilden.
- Det ska finnas möjlighet att välja informationsskikt för visning och animering.

Prestanda

- NBC-lägesbilden ska direkt, nära realtid, visa lägesförändringar, t.ex. ska sensorlarm kunna visas i form av särskild symbol och utbredning av riskområden ska kunna följas i tiden.

Presentation

- Det ska finnas tillgång till relevanta symboler för att märka ut t.ex. ROTA-objekt, egna och fientliga förband, riskområde, sensorer.

8.2.9 Informationsvaruhus

Tillgång till information är avgörande för att fatta välunderbyggda beslut och därigenom möjliggöra effektiv ledning. Tillgången på information garanteras genom att stående informationsinhämtningsprofiler skapas inhämtning sker via nätverkets olika källor. Stående rutiner används för att omhänderta dynamisk, egenproducerad information.

Komponenten ansvarar för att värderad, granskad och sammanställd information hanteras, sorteras, indexerar, struktureras och lagras. Denna ska även göras tillgänglig för behöriga aktörer.

Funktionella behov

- Komponenten ska innehålla en avancerad sökmotor för åtkomst av lagrad information. Sökmotorn omfattar även användargränssnitt för att ange sökparametrar etc.
- Dynamisk information ska kunna inhämtas regelbundet i nära realtid, t.ex. sensor-data, väderinformation, insatspersonalens status, loggad information, aktiviteter vid exempelvis ROTA-objekt och information om epidemier.
- Det ska finnas tillgång till kommunikationsverktyg, i form av sökrobotar, för att automatiskt och i valda intervall inhämta och söka information från externa databaser.
- All information ska kunna märkas med tidsstämpel, källans identitet, ansvarig etc.
- Informationen ska kunna exporteras till externa aktörer enligt gällande standarder (t.ex. enligt krav från Försvarmakten, FN, NATO) och i valbara format (t.ex. SMS, bilder, videoklipp, mätdatafiler och ljudfiler).

Prestanda

- Information måste kunna tillhandahållas i nära realtid.

8.2.10 Sensorhanterare

För att få så mycket relevant händelseinformation som möjligt för aktuellt missionsområde krävs tillgång till olika typer av sensorer, t.ex. NBC-sensorer, kameror, observatörer, mätvärden, bilder och rapporter.

Komponenten ansvarar för styrning och kontroll av sensorer samt att samla in och lagra sensorinformation.

Funktionella behov

- Mätresultat måste kunna överföras automatiskt från sensorn/instrumentet till NBC-lägesinformationen.

8.2.11 Prognosverktyg

Prognostisering av risk och konsekvens för aktuella resurser (personal och materiel) inom riskområdet förbättrar situationsuppfattningen och medger därför ökad handlingsfrihet och minimering av skaderisken. Prognostisering är en central komponent för att ge maximal

systemeffekt. Komponenten ansvarar för att utifrån givna indata genomföra beräkning enligt vald modell och lagra resultatet.

Funktionella behov

- Komponenten ska kunna utföra avancerade matematiska spridningsberäkningar enligt de modeller som finns att tillgå.
- Följande modeller måste hanteras:
 - Modeller för spridning av N-, B-, och C-ämnen, dels för öppna ytor dels för urbana miljöer
 - Modeller för beräkning av riskområde
 - Modeller för invers modellering
 - Modeller för påverkan på människa av N-, B-, och C-ämnen
 - Modeller för kärnvapenverkan
- Det måste finnas möjlighet till lagring av de prognoser som beräknats.
- Komponenten ska kunna uppskatta och ange tidsåtgång för beräkning.
- Modellval ska kunna ske automatiskt baserat på givna indata.
- Resultat av spridningsberäkningar ska kunna redovisas som skadeområden i relativa eller absoluta tal för olika nivåer av skada/inkapacitering.

Prestanda

- Beräkningar ska kunna utföras så snabbt att prognosen är aktuell och användbar.

8.2.12 Larmhanterare

Att kunna larma och varna i samband med en NBC-händelse är en avgörande funktionalitet för att kunna bibehålla maximal handlingsfrihet och minimera skadeverkan. Larm innebär att vidarebefordra information om en NBC-händelse till den personal som är akut påverkade av händelsen. Processen kan delvis vara automatiserad.

Varning innebär att vidarebefordra information om en NBC-händelse till den personal som kan komma att bli berörda. Varningen grundas på prognoser för NBC-händelsens utveckling samt de egna förbandens verksamhet.

Larmhanteraren möjliggör att särskilda åtgärder vidtas för att växla mellan fördefinierade skyddsnivåer. Aktuell skyddsnivå för alla förband/enheter och objekt ska synliggöras i NBC-lägesbilden.

Komponenten ansvarar för sändning av larm och varning till dom som befinner sig i riskområdet samt tar emot kvittenser av larmet. Komponenten distribuerar förslag på åtgärder som ska vidtas i samband med förändringen av skyddsnivån.

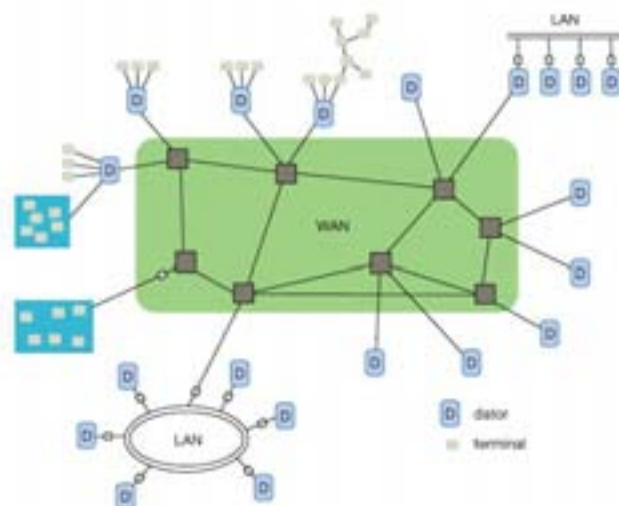
Funktionella behov

- Komponenten ska kunna distribuera varning eller larm till berörda aktörer. Informationen ska innehålla detaljerad beskrivning av den annalkande faran. Beskrivningen omfattar t.ex. vilka förband som kan komma att bli berörda, vid vilken beräknad tidpunkt som de kan bli berörda, hur länge de blir berörda, typ av påverkan, t.ex. belägningsfält, gasmoln.

- Komponenten ska stödja kvittens av larm samt varsko användaren om uteblivna kvittenser.
- Olika typer av larm och larmnivåer ska vara lätt identifierbara.
- Det ska vara möjligt att i samband med larmning informera om de skyddsåtgärder som ska vidtas enligt gällande skyddsnivåer.

8.2.13 Nätverk

En avgörande funktion i ett lednings-system är tillgången till ett fungerande nätverk, se vidstående figur. Detta möjliggör kommunikation mellan aktörer i systemet vid utbyte av all typ av information som ingår i ledningsprocessen. Med kommunikation avses här både den informationsöverföring som sker mellan personer över förbindelser mellan skilda platser och datakommunikation för överföring av data mellan två eller flera stationer. Ofta sker datakommunikation mellan två stationer över speciellt inrättade nät eller över det allmänna telenätet, vilket hanterar tjänster för såväl tal som data, bild och video.



Figur 8.3 Nätverk av olika typer stationer mellan vilka kommunikation kan ske

Funktionella behov

- Det ska finnas möjligheter till kommunikation mellan aktörer oavsett geografisk position.
- Det ska finnas möjlighet att överföra text, bild och ljud mellan aktörer.
- Så långt det är möjligt bör externa aktörer ha tillgång till NBC-ledningssystemet, och därigenom till den aktuella lägesbilden. Detta underlättar kommunikationen och resulterar i effektivare samverkan.

Prestanda

- Överföringshastigheten ska medge att alla typer av informationsöverföring kan ske utan att onödiga fördröjningar sker hos ledningsfunktionen

8.2.14 Systemadministrationsverktyg

Kontrollen över användare och deras behörighet i systemet är nödvändig både ur ett säkerhets- och ett informationsperspektiv. Inom NBC-skyddsverksamheten hanteras information som kan vara känslig och därför behöver skyddas. Rollbaserad åtkomst i systemet underlättar för användaren då endast relevanta delar av systemet finns tillgängliga.

För att kunna upprätthålla tillfredsställande systemprestanda krävs övervakning av trafik och belastning (minnesutrymme, nyttjande av tjänster m.m.). På så sätt kan systemet byggas ut och förbättras innan flaskhalsar uppstår.

Komponenten ansvarar för behörighetskontroll av användare och administration av behörighetsnivåer för NBC-tjänster och NBC-information. Även loggning av trafik och belastning i systemet ingår.

Funktionella behov

- Det ska finnas möjlighet att skapa och administrera användare och behörighetsnivåer.
- Det ska finnas möjlighet att administrera rollbaserad åtkomst av NBC-tjänster och NBC-information.

8.2.15 Simuleringsverktyg

I utbildnings- och övningssyfte behövs ett simuleringsverktyg för att kunna illustrera olika händelseförlopp och utfall. Vidare behövs simuleringsverktyget för att kunna välja mellan olika planeringsalternativ. Vid metodutveckling och analys av lessons learned kan komponenten användas för att jämföra olika handlingsalternativ och vilken påverkan dessa har på resultatet. Operativ eller taktisk nivå påverkar simuleringen!

Komponenten Simuleringsverktyg ansvarar för att kunna spela upp olika händelseförlopp och att åskådliggöra konsekvenser, t.ex. riskområde eller antal skadade. Vid spelning av händelseförlopp ska det finnas möjlighet att backa och ändra agerande och förutsättningar för att kunna studera påverkan på resultatet.

Funktionella behov

- Information om vad som hänt, samt var, när och hur genomförarna har agerat under uppdraget, måste gå att spela upp i efterhand.
- Det ska finnas möjlighet till uppspelning av händelseförlopp (fiktivt eller verkligt) för att användas i övnings- och utbildningssammanhang.
- Uppspelningar ska kunna stoppas och spolas tillbaka.

9 Slutsatser och fortsatt arbete

Under etapp 1 har den styrande principen inom projektet varit att utgå från den NBC-verksamhet som NBC-ledningssystemet ska stödja, beskriva denna och därefter, med utgångspunkt från verksamhetsanalysen, identifiera och formulera behov av och krav på ledningsstöd. En annan utgångspunkt har varit de önskemål om NBC-ledningssystemets prestanda och egenskaper som uttryckts av Försvarsmakten. NBC-ledningssystemet ska kunna leverera information till beslutsfattare och andra aktörer på ett sådant sätt att det blir möjligt för dem att snabbt skapa väl underbyggda beslutsunderlag, och att dessa beslut kan fattas med hög tilltro till systemet.

9.1 *Forskningsinsatser för att nå de uppställda kraven på kvalitet, precision och snabbhet*

De viktigaste övergripande målsättningarna för att utveckla ett NBC-ledningssystem är bl.a. att förbättra snabbhet och precision i NBC-skyddsfunktionen och öka förmågan att göra riskbedömningar av hög kvalitet.⁴¹ För att kunna möta de uppställda målen måste dagens modeller för att beräkna spridning av NBC-partiklar i luft för att prognostisera utbredning, risker och möjliga konsekvenser av NBC-händelser förbättras. NBC-ledningssystemet måste innehålla ett flertal spridningsmodeller för beräkning av spridning i olika typer av infrastrukturer och för alla typer av NBC-ämnen. Modellerna måste också utvecklas så att beräkningstiderna blir tillräckligt korta så att beslutsunderlagen kan levereras i tid, men utan att kvalitet och precision försämras.

- För att uppnå hög tillförlitlighet hos spridningsmodellerna krävs det att karakteriseringen av källan är tillförlitlig. Eftersom informationen om källans läge och egenskaper ofta är bristfällig finns ett behov att snabbt kunna använda indikering för att i kombination med invers modellering bedöma dess parametrar. Utvecklingen av en invers modell, genom implementering och test av algoritmer för optimal sensorutplacering, innebär att NBC-ledningssystemet kan ge stöd för optimal användning av tillgängliga indikeringsresurser. Den inversa modell som använts i testbädden bygger på en primitiv spridningsmodell som ger låg precision i prognoserna. En viktig återstående problemställning är att utveckla och anpassa en realistisk partikelspridningsmodell för invers beräkning så att hög precision och kvalitet kan uppnås både i prognoser om källans läge och i underlagen för utplacering av sensorer.
- Spridningsmodellerna går att använda även om indata är begränsade. Osäkerheten i en sådan beräkning är naturligtvis mycket stor och därför är resultatet av begränsat värde i många situationer. Ett antal källmodeller behöver därför sammanställas, i form av ett programvarubibliotek, för att öka tillförlitligheten i denna typ av prognoser om källans egenskaper.
- Utvecklingen av spridningsmodeller måste fokuseras på utspridning i urban miljö. Detta är en uppgift som ställer höga krav, eftersom modellerna måste kunna hantera komplexa geometrier och ta hänsyn till komplexa fenomen. Beräkningstiderna för

⁴¹ Försvarsmaktens hemställan om utveckling av demonstration för NBC-ledningssystem 21 100:6402

detaljerade spridningsmodeller i stadsmiljö blir långa på grund av den stora mängd indata som ligger till grund för beräkningarna. Beräkningstiderna kan förkortas genom att utveckla verktyg för snabb generering av beräkningsnät och en anpassad vindfältsmodell.

En forskningsinsats i linje med detta innebär att snabba prognosmodeller med förmåga att göra detaljerade prognoser, i nära realtid och för komplexa miljöer, kan implementeras i NBC-ledningssystemet. Den föreslagna forskningsinriktningen innebär också att gjorda prognoser kommer att bygga på "verklig" väderinformation och därmed spegla den aktuella situationen.

9.2 Metod för att testa funktionalitet samt förankra och skapa tilltro till föreslagna lösningar

Under etapp 1 gjordes en ansats med ett användarcentrerat, hypotesdrivet utvecklingsarbete som ett led i att få förståelse för vårt arbetssätt och för att förankra de första stegen i utvecklingsarbetet. Den ansats som gjorts, med testbädden som hjälpmedel, för att prova och utvärdera funktionalitet och tekniska lösningar har vi bedömt som en framkomlig väg för utvecklingsarbetet. Återkommande empiriska test med tillhörande anpassad utvärderingsmetodik bör därför få större utrymme och prioriteras i det fortsatta arbetet. Inför kommande etapp bör följande punkter beaktas:

- **Etablera former för att kontinuerligt hålla kunden informerad om utvecklingsarbetet, i syfte att skapa möjligheter till engagemang och konstruktiv dialog.**
Ett starkare engagemang från Försvarmakten på strategisk och operativ nivå behövs för att kunna utveckla ett NBC-ledningsstöd som når de uppställda målen vad gäller prestanda och egenskaper. För detta behövs återkommande tillfällen då projektet kan presentera och demonstrera delresultat, t.ex. i form av workshops. En effektiv lösning för att främja återkommande diskussioner och utvärderingar av nya tjänster och deras funktionalitet är att placera en testbädd vid SkyddC. Testbädden skulle då kunna användas på ett kostnadseffektivt sätt och bidra till ett användarcentrerat arbetssätt.
- **Etablera en grupp med personal från Försvarmakten som kan hållas relativt intakt genom hela etappen och som kan delta aktivt i utvecklingsaktiviteter.**
Det är angeläget att gruppen inledningsvis består av personer med god kunskap om NBC-verksamheten och att gruppen inte är för stor. Gruppmedlemmarnas medverkan i utvecklingsarbetet måste vara prioriterad verksamhet för dem. Dessutom är det önskvärt att engagera åtminstone några personer med NBC-kompetens som också har praktisk erfarenhet av internationella insatser, eftersom NBC-frågor får allt större betydelse i och med kraven på interoperabilitet och Sveriges medverkan vid fler insatser utomlands. Det är av största vikt att få en kontinuitet i försvarsmaktspersonalens medverkan, så att Försvarmaktens bidrag till utvecklingsarbetet inte faller på att en alltför stor del av resurserna måste läggas på att utbilda nya försökspersoner inför varje försök.
- **Sammanställningen av kompetenser i projektgruppen i etapp 2 bör matcha utvecklingsansatsen.**
Liksom under etapp 1 kommer en rad olika kompetenser att behövas för att förverkliga målen. Det kommer att krävas användare, teknikutvecklare, expert-

kompetens inom N-, B- och C-områdena samt kompetens inom människa-system-interaktion (MSI) med fokus på utformning av tekniska system (gränssnitt etc.). Dessutom bör projektet knyta till sig personal med kunskap om organisationspsykologiska processer för förändring och utveckling. De ska kunna stödja ett arbetssätt av den typ som beskrivits tidigare, utgöra metodstöd vid praktiska försök, verka för att de olika perspektiven integreras och fungera som länk mellan teknikutvecklare och användare i utvecklingsarbetet.

9.3 Testbäddens roll i det fortsatta arbetet

Testbädden utformades för att enkelt kunna implementera olika tjänster, genomföra experiment och demonstrera olika funktioner för att i samverkan med framtida användare utvärdera och diskutera föreslagna lösningar. För att med utgångspunkt från mål- och processbeskrivningar skapa förutsättningar för att i framtiden kunna implementera validerade funktioner i ett operativt system har olika möjligheter att utforma systemet provats och utvärderas med hjälp av testbädden.

I testbädden har processerna visualiserats och vi har visat på olika sätt att omsätta modellerna till komponenter i ett ledningssystem. Testbädden har i första hand använts för att testa möjligheterna att utbyta information mellan delsystem, inklusive externa system för att hämta in och lämna ifrån sig information. Behovet att ansluta ett stort antal, till karaktären mycket olika och i framtiden nya, men idag okända, komponenter i en gemensam lösning har styrt valet av lösning.

Vi menar att testbädden är ett utomordentligt värdefullt verktyg för det fortsatta utvecklingsarbetet eftersom:

- Den är tillgänglig och hanterbar för forskare och utvecklare.
- Den är ett viktigt hjälpmedel för utvecklingsarbetet tillsammans med Försvarmakten.
- Den kan användas för demonstrationer när man vill visa en större sammanhängande helhet.
- Den är ett gott stöd för inkapsling av befintliga modeller och för att nyutveckling ska kunna ske med moderna verktyg och metoder.
- Den kan samexistera med system byggda på andra former av ramverk, och överföring av data mellan testbädd och HLA-federationer är möjlig.

9.4 Fördjupning av behovsanalysen

Verksamhetsanalysen som redovisas i denna rapport är inte så detaljerad att den räcker för hela utvecklingsarbetet. Behovsanalysen måste fördjupas och bli mer detaljerad för att NBC-skyddsverksamhetens behov av IT-stöd ska kunna få önskat innehåll.

- De funktionella och icke-funktionella kraven för uppbyggnad av IT-stöd måste specificeras och systemaktörer och systemanvändningsfall måste identifieras. Det arbete som redan gjorts med att identifiera och kategorisera aktörer kan användas som utgångspunkt för det fortsatta arbetet.
- Det finns ett behov av att identifiera och definiera olika roller och ansvar som kommer att behövas i organisationen, samt att beskriva materielbehov, utbildnings-

stöd, externa samarbetspartners och kommunikationskanaler. Dessutom behöver systemaktörer och systemanvändare identifieras och beskrivas.

- En informationsmodell som mer i detalj visar vilken information som kommer att hanteras i verksamheten, dvs. en vidareutveckling av gjord informationsinventering, behöver tas fram och kopplas till var i processerna information skapas, hanteras och förbrukas.
- En effektivitets- och problemanalys måste göras för de delar av verksamheten som stöds av ett IT-system, t.ex. vilket stöd bör vara manuellt och vilka regler/lagar/standards måste beaktas i utvecklingsarbetet.

10 Begrepp

I arbetet med det framtida NBC-ledningssystemet kände arbetsgruppen relativt snart ett behov av att ha en enhetlig definition av vissa begrepp. Eftersom de flesta hade ganska liten erfarenhet av vissa militära begrepp kändes det naturligt att ha en gemensam definition av begrepp vi ideligen stötte på. Så småningom kom även begreppslistan att omfatta termer med anknytning till NBC vars definitioner för arbetsgruppen är tämligen självklara, men som inte nödvändigtvis är självklara för den i huvudsak militärt skolade läsaren. Följande lista innehåller således huvudsakligen dessa två typer av begrepp.

Tabell 10.1 Definitioner för begrepp inom Demo NBC-ledningssystem, utgåva 1.0

Begrepp	Beskrivning	Källa
Agera	Operativ och taktisk princip som innebär att åtgärder, främst av offensiv karaktär, vidtas i syfte att ta eller behålla initiativet.	
Agerande	Medvetet handlande i syfte att nå önskad effekt.	
Aktivitet	Verksamhet som syftar till en viss prestation, för vilken man vill mäta värdetillskott, tid, resursförbrukning eller dylikt. Aktivitet är den lägsta nivå som beskrivs i en processhierarki. Delprocesser på lägsta nivån består av ett antal aktiviteter. Dessa är en serie logiskt sammanhängande handlingar som utförs av en eller flera roller.	GEMET, Generic Integration AB
Aktivitetstyp	Återanvändbart mönster/beskrivning av aktivitet till vilken kan kopplas norm för förbrukning och prestation.	
Aktör	Den som på uppdrag eller eget initiativ utför en aktivitet. En användare när denne utövar en viss roll.	GEMET, Generic Integration AB
Användare	En person, organisation eller konstellation som ikläder sig en eller flera roller. Vid beskrivning av en användare är det viktigt att definiera kompetens och egenskaper.	GEMET, Generic Integration AB
Asymmetrisk krigföring	Asymmetri är ett tillstånd som uppstår när två förhållanden som är olika varandra möts. Asymmetrisk krigföring beskriver en avsikt att undvika att möta en motståndare där denne är stark utan istället agera mot de svaga sidorna. Asymmetrisk krigföring kan utnyttjas av såväl statliga, som icke-statliga aktörer, och riktas såväl mot motståndarens militära styrkor som dess civila samhälle. Asymmetrisk krigföring kan innehålla inslag av exempelvis terrorism, massförstörelsevapen och informationskrigföring.	Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)

Begrepp	Beskrivning	Källa
Bedömande	Process som syftar till att skapa underlag för beslut vid lösning av operativa, taktiska eller administrativa uppgifter eller problem. Formaliseras i operativa handboken respektive taktiska reglementen till s.k. bedömandemallar.	Nomen FM
Befattning	Sammanfattande benämning på alla arbetsuppgifter som avgränsas för att i allmänhet utföras av en person i en viss organisation. Jfr Roll.	Nomen FM
Befattningshavare	Person som fullgör de arbetsuppgifter som hänförs till viss befattning.	Nomen FM
Befäl	1. Militär personal inom Försvarsmakten som har ställning som förman över andra. 2. Utövande av förmanskap eller chefsroll.	Nomen FM
Behov	Den mängd resurser som bedöms behöva disponeras för att utföra viss aktivitet.	
Beredskap	Förmåga att senast inom angiven tid och/eller med angiven styrka kunna påbörja viss verksamhet.	Nomen FM
Beslut	Av aktör fastställt sätt att agera i framtiden.	
Beslut i stort	Sammanfattande formulering av övergripande mål och avsikt samt särskild inriktning för vissa funktioner, eventuella begränsningar och grunden för resursfördelning.	Nomen FM
Beslutsstödsystem	Ett system som kan indikera när situationer inträffar som kan kräva att beslut fattas. Systemet kan också presentera ett antal olika förslag på lösning.	
Beslutstablå	Sammanställning av beslutstillfällen hörande till samma uppdragskoncept. Jfr Beslutstillfälle.	
Beslutstillfälle	Identifierat framtida tillfälle för beslut om val av handlingsalternativ, som kan relateras till en förutsedd/förmodad händelse kopplad till tid och geografiskt område.	
Beställning	Uppdrag ställt till aktör om att vid önskad tidpunkt och given plats få leverans av tjänst eller resurser av viss kvalitet.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Civil-Military Co-operation (CIMIC)	CIMIC är en militär term som avser de resurser, åtgärder och aktiviteter som syftar till att etablera och driva effektiv samverkan mellan en internationell militär krishanteringsstyrka och de civila aktörerna i styrkans operationsområde. CIMIC-begreppet omfattar därvid stabsfunktionen CIMIC och till denna funktion relaterade uppgifter, aktiviteter och resurser. CIMIC-funktionen har en central roll för att koordinera de civila och militära krishanteringsinsatserna som den politiska ledningen eftersträvar.	Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
CRO-pluton	Kemiskt radiakomhändertagande sjukvårdspluton. CRO-pluton ska bl.a. omhänderta (för sanering och sjukvård) N-, C- och kombinationsskadad personal så att de blir transportabla till annan vårdinstans.	SkyddC
Delegering	Överlåtande till underlydande av rätt att fatta beslut och medföljande internt ansvar.	
Demonstrator	Konstruktion som syftar till att påvisa att nya idéer, nya tekniker eller nya systemlösningar är praktiskt och ekonomiskt genomförbara. Kan ha varierande färdighetsgrader från demonstration i laboratoriemiljö till demonstration på systemnivå i fält.	Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
Direktiv	Anvisning om sätt att utföra visst uppdrag från överordnad, myndighet eller dylikt.	
DUC	Direkt Underställd Chef.	
Flexibilitet	Förmåga att anpassa beslut och uppträdande efter händelseutvecklingen.	
Fredsbevarande insatser	Fredsbevarande insatser i traditionell bemärkelse avser insatser som görs efter ett freds- eller eldupphöravtal, vanligtvis i samband med en mellanstatlig konflikt. Dessa insatser baseras på tre principer: parternas medgivande, opartiskhet och begränsad våldsanvändning med undantag för självförsvar. Konfliktlösning, försoning, förtroendeskapande åtgärder samt institutionellt och humanitärt bistånd är exempel på övergripande åtgärder som ingår. Exempel på specifikt militära aktiviteter kan vara: demobiliseringsåtgärder, avvärjning, avrustning av tidigare stridande parter, övervakning, rapportering, åtskiljande av förband. Dessa insatser kan, när de sätts in i fientliga miljöer, kräva robust våldsanvändning.	Nomen FM

Begrepp	Beskrivning	Källa
Fredsframtvängande insatser	Fredsframtvängande insatser utförs för att med tvängande militära medel eller hot därom upprätthålla eller återställa fred i ett område. Åtgärderna kan ske inom ramen för en mellan- eller inomstatlig konflikt.	Nomen FM
Fredsfrämjande verksamhet	Fredsfrämjande verksamhet är ett överordnat begrepp för fredsbevarande och fredsframtvängande insatser. Ytterst kan militärt våld användas. Från svensk sida används samlingsbegreppet fredsfrämjande insatser. Begreppet inkluderar de åtgärder som faller under rubrikerna konfliktförebyggande, fredsskapande, fredsbevarande, fredsbyggande och fredsframtvängande.	Nomen FM
Fredsskapande insatser	Syftar till att genom fredliga medel, t.ex. medling och annan diplomatisk verksamhet, söka få stridande parter till uppgörelser. Begreppet används ibland felaktigt som synonym för fredsframtvängande insatser. I de s.k. "Petersberg-uppgifterna" används begreppet "peace-making" som vid en direkt översättning också skulle kunna betyda "fredsskapande". I detta avseende ska dock begreppet ges definitionen "fredsfrämjande".	Nomen FM Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
Funktion	1. Samhällssektor som i krig är av särskild betydelse för Totalförsvaret. Funktion kan delas in i delfunktioner. 2. En militär funktion är en verksamhetstyp som bedrivs inom flera krigsförband.	Nomen FM
Funktionen NBC-skydd	Den organisation inom Försvarsmakten som ansvarar för NBC-skyddsverksamheten.	
Förband	Samlande begrepp för militär organisatorisk enhet bestående av personal, förnödenheter samt eventuella anläggningar och information. Kan vara ständigt eller tillfälligt indelad. Förband kan hänföras till någon av följande kategorier: Våra förband (lyder under gemensam högste chef) och Främmande förband. Våra Förband innefattar Egna (underlydande) och Sidoordnade. Främmande förband innefattar Fientliga, Neutrala och Osäkra (med osäker lojalitet).	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Förmåga (insatsförmåga)	Den sammanlagda kapaciteten som sätts samman för att genomföra ett uppdrag. Perspektivplaneringen definierar den som en verksamhet som utförs under vissa villkor och som kan mätas. Exempel kan vara luftmålsbekämpning mot kryssningsrobotar i alla väderbetingelser med 100 % träffsannolikhet.	Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
Förnödenhet	Materiel (inklusive material), ammunition, livsmedel, drivmedel, sjukvårdsförnödenheter och levande djur. Omfattar även penningmedel, kartor, fältpostförsändelser, publikationer och läromedel, vatten, elektrisk energi, fodermedel samt bränsle.	Nomen FM
Grafisk presentation	Visualisering i bildformat av information, t.ex.: • kartdata • lägesbild (symboler och text) • diagram	
Grundinformation	Centralt utarbetade och delgivna normvärden i form av handboksuppgifter, värden från reglementen, samt information om krigsförband från produktionsverksamheten.	
Handlingsregel	Särskild anvisning för att lösa uppgift eller uppdrag.	Nomen FM
Hemställan	Begäran ställd till annan än underlydande om att vid önskad tidpunkt få försäkra sig om användning av definierade resurser.	
Hotbedömning	Insamling av information och analys av denna för att beskriva en hotbild. Bedömning av hotbilden i förhållande till aktuell eller framtida förmåga i form av organisation, ledning och resurser, samt bedömning av förmågan att hantera ett visst hot.	
Hotbild	Hotbilden är en sammanvägning av doktriner, kunskaper och resurser och antaganden om hur dessa kan tänkas utnyttjas av en antagonist (stat, terrororganisation, kriminell grupp etc.). En hotbild kan även peka på möjliga scenarier som leder till en svår olycka eller katastrof.	
Högre chef	Aktör som för befäl över annan aktör helt eller i visst specificerat hänseende.	
Indikering	Information i form av automatiskt eller manuellt avläst mätvärde avseende förekomst av NBC-stridsmedel eller observation om att en viss NBC-händelse kan ha inträffat.	
Information	Tolkad beskrivning av omgivningen som bearbetats till användbar form.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Informationspåverkan	Verksamhet som syftar till att, genom förvanskning, undanhållande eller förstöring av en annan parts lägesinformation, påverka dennes lägesuppfattning.	
Informationssystem	System som behandlar, dvs. inhämtar, lagrar, bearbetar och distribuerar, information. Innefattar såväl ett systems tekniska utrustning som dess mänskliga aktiviteter och rutiner.	Nomen FM
Inre avspärning	Gräns till det område innanför vilket man måste använda sig av korrekt skyddsutrustning för att inte skadas vid ett NBC-läge. Jfr Riskområde.	
Inriktning	Styrning av avsedd verksamhet genom att ange övergripande mål och handlingsregler.	Nomen FM
Insats	Avgränsad aktivitet, eller serie av aktiviteter, som utförs i syfte att uppnå önskad effekt.	
Insatsledning	Initiering, uppföljning och fortlöpande korrigering av samordnade aktiviteter (insatser).	
Instrument	Teknisk utrustning som mäter en fysikalisk storhet, t.ex. koncentration i mg per kubikmeter samt talar om vilken klass ämnet tillhör eller t.o.m. identifierar ämnet. Ett instrument innehåller en eller flera sensorer. Vissa instrument kan även lagra uppmätta värden.	
Interoperabilitet	Förmåga att multinationellt kunna fungera effektivt tillsammans.	
Invers modellering	En metod som använder uppmätta mätvärden för att rekonstruera ett händelseförlopp i samband med ett utsläpp av NBC-ämnen. Genom denna metod försöker man spåra och kvantifiera källan till ett NBC-utsläpp.	
Kommandostyrning	Metod att ställa uppgift, tilldela resurser och i viss utsträckning klargöra hur uppgiften ska lösas. Styrningen begränsar underställdas möjlighet att välja metod, men förutsätts i en given situation ge fördelar som minskad förberedelsetid och ökad snabbhet. Jfr uppdragstaktik.	Nomen FM
Konsekvens	En följd av ett visst agerande eller händelseförlopp. Innan de faktiska konsekvenserna av ett händelseförlopp är kända kan dessa uppskattas med hjälp av en bedömning som gjorts utifrån utfallet av liknande tidigare inträffade händelser.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Konsekvensbedömning	Konsekvensbedömning är en värdering (utifrån vissa kriterier) av resultatet från en prognostisering (eller ett antagande) av ett förlopp. Prognosen eller antagandet utgår från en diagnostisering av ett NBC-läge (uppskattat utifrån fakta och/eller antaganden).	
Kort sikt	Inom ramen för aktuellt genomförande. Jfr Lång sikt.	
Larm	Åtgärd riktad till enheter där skyddsåtgärder bedöms vara omedelbart nödvändiga. Larm är avgörande för att mildra effekter av NBC-användning.	
Larmområde	Område inom vilket personal larmas.	
Ledarskap	Den dynamiska process som äger rum mellan chefer och dennes underställda/medarbetare och som motiverar dessa att kontinuerligt på bästa sätt genomföra sina uppgifter.	
Ledning	Samordning av processer och aktiviteter för att, inom ramen för tillgängliga resurser, mot ställt uppdrag och hotbild, uppnå avsett syfte. Ledning utgör ett komplext växelspel mellan människor, organisationer och tekniska hjälpmedel.	
Ledningssystem	System för att stödja ledning och ledningsprocessen. Ett ledningssystem omfattar ledningsorganisationer, ledningsplatser, informationssystem, sambands-system, betjäningförband och de ledningsmetoder som används för att utöva ledning. Det utgörs av hela kedjan av organ för inhämtning, sammanställning, överföring, bearbetning, lagring, presentation och spridning av data och information, i syfte att ge underlag för ledning av de resurser som avdelats för att uppfylla ett visst mål.	
Logistik	Verksamhet som planeras, förbereds och genomförs för att trupp och förnödenheter ska finnas på rätt plats i rätt tid. Logistik omfattar förrådshållning inklusive redovisning, materielunderhåll, materielhantering, transporter samt samordning avseende samordning av det civila samhällets resurser. Sjukvård och fältarbeten ingår ej.	Nomen FM Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
Lång sikt	Inom ramen för genomförandet av nästa uppgift. Jfr Kort sikt.	
Lägesbild	Presentation av lägesinformation omfattande aktörer, miljö (terräng, väder, sikt och ljusförhållanden).	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Lägesinformation	Information avseende aktörers geografiska position, status, pågående verksamhet, lydnadsförhållande, senast erhållet uppdrag/order och/eller syftet med agerandet, samt information avseende miljö (terräng, väder, sikt och ljusförhållanden). Lägesinformation kan vara historisk, aktuell eller planerad/prognostiserad.	
Lägesuppfattning	Subjektiv uppfattning baserad på den lägesinformation eller lägesbild man fått presenterad för sig.	
Metod	Strukturerat repeterbart sätt att utföra ett arbetsmoment.	
Metodik	Sammanställning av metoder för ett avgränsat verksamhetsområde.	
Miljö	Omgivning och där rådande yttre förhållanden. För markstrid utgörs miljö av terräng, väder, sikt och ljusförhållanden.	
Modell	En avbildning av verkligheten som är ett verktyg för att göra prognoser eller beskriva processer.	
Målmodell	Del av verksamhetsmodell som beskriver berörd verksamhets syften och mål. En målmodell beskriver varför en viss verksamhet bedrivs.	
NBC	NBC omfattar såväl nukleära, biologiska och kemiska stridsmedel, som påverkan av eller olyckor med radioaktiva ämnen, sjukdomsframkallande ämnen (bakterier och virus) och giftiga kemikalier i operationsområdet.	
NBC-aktör	Person eller grupp av personer som agerar i en NBC-händelse.	
NBC-funktionen	Se Funktionen NBC-skydd.	
NBC-händelse	Händelse där N, B, eller C-ämnen, till följd av olycka eller avsiktlig handling, utgör ett direkt eller möjligt framtida hot mot hälsa.	
NBC-läge	Situation omfattande NBC-objekt, NBC-händelse och/eller NBC-aktörer vid en given tidpunkt under ett definierat händelseförlopp. Kan bygga på faktisk observation, prognos eller bedömning.	
NBC-objekt	Objekt där exponering för N, B eller C-ämnen kan ske, t.ex. vid industri eller känd lagringsplats för NBC-stridsmedel. Ett NBC-objekt kan också vara plats eller byggnad som står under ett direkt hot om att utsättas för NBC.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
NBC-säkring	En rad åtgärder som syftar till att säkerställa att man har kontroll på NBC- eller ROTA-objekt i aktuellt operationsområde. Kontroll över objekten kan antingen åstadkommas genom rökning eller genom utplacering av sensorer som ger omedelbar varning om särskilda förhållanden kring objekten skulle ändras.	
Nära realtid	Fördröjning endast i form av tid för transmission (överföring).	
Nätverksbaserat försvar (NBF)	Försvarsmaktens metod för att effektivt och anpassat till aktuell insats samordna tjänster kopplat till de militära basfunktionerna så att rätt verkan sätts in på rätt plats och i rätt tid.	Målbildsinriktningar inför Försvarsbeslut 2004. Årsrapport från perspektivplaneringen 2002-2003 (PerP 7)
Omvärldsanalys	Sammanfattande benämning på de aktiviteter som en organisation ägnar sig åt för att bättre förstå sin omvärld och hur denna förändras. Omvärldsanalysen kan antingen fokusera på nuläget eller ligga till grund för mer långsiktiga bedömningar av framtida utveckling. Syftet med omvärldsanalysen är vanligen att den insamlade informationen ska ligga till grund för planering, riskanalys och beslut, men det kan också vara att göra hela organisationen mer medveten om vad som händer i omvärlden och på så sätt öka organisationens svarsförmåga generellt. Omvärldsanalys används bl.a. vid skapandet av en hotbild.	Nationalencyklopedin
Operation	Sammanfattande benämning på en serie förflyttningar och stridsverksamhet och därmed förbunden stödverksamhet på marken, till sjöss eller i luften samt övrig verksamhet som gemensamt syftar till att nå ett bestämt mål inom ett operationsområde. Leds under överbefälhavaren av militärbefälhavare. Jfr NATO:s "operation".	Nomen FM NATO Allied Joint Doctrine AJP-01 (B), oktober 2001, ordlistan.
Order	Order inom Försvarsmakten är lika med befallning och ges till enskild eller flera personer eller till enskilt eller flera förband. Order ges skriftligt, grafiskt (med symboler, vanligtvis med stöd av geografisk information) eller muntligt. Order är tvingande och överordnat uppdrag.	Nomen FM
Orientering	Meddelande innehållande lägesinformation som överförs till sidoordnad eller underordnad nivå.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Personal	Resurs för förband som omfattar individer med kvalifikationer att uppfylla befattningar inom förbandet.	
Plan	Genomtänkt handlingsprogram för att nå ett visst mål.	Nationalencyklopedin
Prestation	Utfört värdeskapande arbete som kan hänföras till resurs.	
Process	En mängd logiskt relaterade upprepningsbara aktiviteter som syftar till värdehöjning i verksamheten.	
Processmodell	Del av verksamhetsmodell som beskriver berörd verksamhets processer. En processmodell beskriver vad som görs.	
Prognos	En prognos beskriver ett förlopp (framräknat med modell) inklusive spridning, risk och konsekvens.	
PTTEM	Preliminär Taktisk Teknisk Ekonomisk Målsättning	
Rapport	Meddelande innehållande information som skickas till överordnad nivå.	
Resurs	Ett förbands tillgångar i form av personal, förnödenheter, lägesinformation och i vissa fall anläggningar.	
Risk	Sannolikhet för att en specificerad omständighet (riskkälla) leder till en specificerad oönskad händelse eller effekt under en angiven tidsperiod. Risk innehåller två huvudkomponenter: sannolikheten för en oönskad konsekvens av en händelse samt konsekvensens storlek. För olycksrisker tillkommer en tredje komponent: sannolikheten för att händelsen över huvud taget äger rum.	
Riskbedömning	Bedömning av risk i förhållande till egen aktuell eller framtida förmåga i form av ledning, organisation och resurser.	
Riskområde	Ett område som begränsas av ett visst avstånd från kanten på en vätskepöl eller utsläppspunkten – då det rör sig om ångor eller gas – till gräns för inre avspärning. Innanför detta område måste man använda sig av rätt skyddsutrustning för att inte skadas. Jfr Inre avspärning.	
ROE	Rules Of Engagement (Regler för åtagande). De gemensamma regler som gäller för personal vid ett uppdrag som avser fredsfrämjande verksamhet.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Roll	En aktör intar en eller flera roller i en process (aktivitet) och ikläder sig därmed det ansvar och de befogenheter samt löser de arbetsuppgifter rollen kräver. I en processororienterad verksamhet definieras roller som utförare av uppgifter i aktiviteter, vilken är den lägsta nivån i processhierarkin. Vid beskrivning av en roll är det viktigt att definiera följande: • Uppgifter (kopplat till aktivitet inom delprocess) • Kvalifikationskrav • Ansvar • Befogenheter	GEMET, Generic Integration AB
ROTA	Release Other Than Attack. Utsläpp av NBC-ämnen utan fientlig avsikt, t.ex. vid industriutsläpp eller tankbilsolyckor.	
ROTA-objekt	Objekt där civila, farliga ämnen i stora kvantiteter hanteras eller förvaras, t.ex. industrier eller omlastningsplatser.	
Samarbeta	Arbeta tillsammans för ett gemensamt mål.	
Sambandssystem	System inom ramen för ledningssystem för att säkerställa informationsöverföring mellan geografiskt utspridda aktörer. Systemet ska tillgodose chefers sambandsbehov på alla nivåer och inom alla funktioner. Sambandssystem förmedlar information mellan informationssystem, såväl lokalt som över större geografiska områden.	
Samordning	Samarbete mellan flera aktörer mot samma (gemensamt) mål. Samordning åstadkoms genom åtgärder som koordinerar olika aktiviteter med varandra, vilket t.ex. kan ske sakmässigt, till tiden eller till platsen. Sker militärt genom samverkan eller genom befäl.	Nomen FM
Samverkan	Samordning mellan sidoordnade chefer (myndigheter). Åstadkoms genom överläggningar, överenskommelser och/eller gemensamma beslut. "I samråd med" innebär att beslutet (motsvarande) i vad avser väsentligt sakinnehåll ska vara godkänt av berörd samverkande chef (myndighet). "Efter hörande av" innebär att berörd chef (myndighet) ska beredas tillfälle att framföra sina synpunkter rörande ärendet, innan det avgörs.	Nomen FM
Sanering	Borttagande eller förstöring av N, B, eller C-ämnen.	Nomen FM

Begrepp	Beskrivning	Källa
Scenario	Beskrivning av en tänkt spelsituation där de hypotetiska förutsättningarna anges, t.ex. spelarnas resurser, uppgifter, tidsförhållanden samt omvärldsläge.	Nomen FM
Sensor	En sensor mäter förändringen av en viss fysikalisk storhet, exempelvis en tryck- eller koncentrationsförändring. Ett instrument kan innehålla en eller flera sensorer. Jfr Instrument.	
Skadeområde	Område där personella och materiella skador uppstått. Jfr Riskområde.	
Skydd	Syftar till att minimera negativa effekter av aktiviteter eller miljöfaktorer riktade mot våra resurser.	
Skyddsnivå	Mått på motståndsförmåga mot viss angiven vapenverkan.	Nomen FM
Skyddsområde	Område mellan yttre och inre avspärning. Personal beordras i syfte att öka säkerheten att exempelvis ha andningsskydd på sig (med masken hängande) i händelse av exempelvis en vindkantring. Jfr Inre och yttre avspärning.	
Tjänst	I FMA (Federated Management Architecture) är en tjänst en abstraktion av hur en producent kan åstadkomma nytta för en konsument utan att beskriva hur detta genomförs. Nytt åstadkoms genom att producenten levererar en prestation och denna ger en effekt hos/för konsumenten. Tjänster ska beskrivas oberoende av hur de implementeras. Det vill säga, en tjänstebeskrivning innefattar inte hur producenten producerar nytta, utan beskriver enbart hur konsumenten gör för att få tillgång till denna och vad som produceras. En tjänst definieras alltså oberoende om den implementeras manuellt, tekniskt, eller genom en kombination av dessa.	
Totalförsvaret	Verksamhet som behövs för att förbereda Sverige för krig. Under högsta beredskap är totalförsvaret all samhällsverksamhet som då ska bedrivas. Det består av militär verksamhet (militärt försvar) och av civil verksamhet (civilt försvar).	Nomen FM
Uppdrag	En samling väl definierade uppgifter samt vid behov resursramar och handlingsregler. Uppdrag ges i form av order för utförande under begränsad tidsrymd.	

Begrepp	Beskrivning	Källa
Uppdragstaktik	Metod som innebär att chefen orienterar om det övergripande målet, ställer uppgift och tilldelar resurser samt låter den som löser uppgiften i största möjliga utsträckning bestämma hur uppgiften ska lösas. Uppdragstaktik kommer bäst till sin rätt när, resurstillgången är begränsad, då högt tempo och snabba förändringar krävs, och framför allt när samordningsproblem måste lösas snabbt och inte kan förutses i detalj.	Nomen FM
UTTEM	Utkast till Taktisk Teknisk Ekonomisk Målsättning	
Varning	Information till personal som kan komma att beröras av olyckshändelse eller överhängande fara för olyckshändelse så att dessa kan vidta erforderliga skyddsåtgärder.	
Varningsområde	En del av ett riskområde. Inom varningsområdet är den omedelbara hälsorisen liten. Personer som befinner sig i området kan uppmanas att hålla sig inomhus tills läckaget eller utsläppet har tätas eller stängts.	
Yttre avspärning	Utanför den inre avspärningen upprättas en yttre avspärning. Området mellan den inre och den yttre avspärningen kallas skyddsområde och är avsett för fordon, materiel och personal. Inom detta område krävs i regel ingen skyddsutrustning, men kroppsskydd bör vara påtaget och andningsskydd direkt tillgänglig. Jfr Skyddsområde.	

Bilagor

Bilaga 3.1	Processkarta (CD-skiva)
Bilaga 4.1	Tabeller Informationsbehov
Bilaga 5.1	Inverse dispersion modeling with a Bayesian sequential Monte Carlo method
Bilaga 6.1	Testbädd (CD-skiva)
Bilaga 6.2	Tabeller Krav på testbädden
Bilaga 6.3	Virtuell miljö med indikeringsfordon (Patg 203) som informationsnod till testbädden

Tabell 1. Informationsinventering

Informationsklass: Spridning				
<i>Typ</i>	<i>Användning</i>	<i>Källor</i>	<i>Format</i>	<i>Begränsningar</i>
Molnighet	Underlag för spridningsberäkningar + avdödning av B-agens.		Höjd, typ, mängd.	
Markbeskaffenhet	Underlag för spridningsberäkningar. Kvarliggningstiden. Kontamineringsrisk			
Topografi	Underlag för spridningsberäkningar.			
Solinstrålning	Underlag för spridningsberäkningar. Avdödning av B-agens.			
Uppmätt koncentration	Invers modellering - uppskattning av källor. Skadeutfalls- och riskområdesberäkning. Styrning av mobila sensorer och insatser överhuvudtaget.	Indikeringsgrupp/sensor	Standardformat GIS.	Bedöma kvalitet. I tid och rum oregelbunden information. Kan kräva avancerad 4-dimensionell data-assimilation.
Fält i tid och rum: Vind, temperatur, fuktighet	Avancerade spridningsberäkningar	Vädercentral t.ex. SMHI	GRIB	Stor mängd. Ett alternativ är att göra beräkningar på vädercentralen och i stället skicka de beräknade resultaten.
Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt	Enkla spridesberäkningar (mallar). I ett första skede, eller vid dåliga förbindelser, eller när en snabb beräkning behövs, eller innan ytterligare data kan inhämtas är denna typ av beräkning den enda möjliga.	SMHI eller annan tillgänglig vädertjänst. Lokalt uppmätta av egna förband.	ASCII. Muntligt för manuell inmatning i nödfall. ATP45 - standard.	Osäkra mätningar. Relevans för större områden.

Använt agens	Spridnings- och skadeutfallsberäkningar. Nödvändigt för noggranna beräkningar. Om saknas: Dimensionerande agens, misstänkt agens	Indikering/identifieringsgrupp. Underlättelsejänsten. Sjukvårds- och saneringspersonal. (observerade symptom).	ASCII	Långsamma och osäkra system.
Informationsklass: Grundläggande geografisk information				
<i>Typ</i>	<i>Användning</i>	<i>Källor</i>	<i>Format</i>	<i>Begränsningar</i>
Bakgrundskartor vektor (t.ex. terrängkartan)	Även Sverigekartan, översiktskartan, vägkartan, tätortskartan, fjällkartan. Används för visualisering. Kartbakgrund för att överlagra verksamhetsinformation på.	FM Geo SE / LMV	ESRI shape, GeoDatabase	
Topografi/Höjddata	Spridningsmodeller (luft/mark/vatten). 3D-visualisering. Högupplöst höjddata är mycket viktig vid simulering i urban miljö	FM Geo SE / LMV	ESRI ASCII, LMV ASCII. Höjddata med 50 meters punkttäthet omfattar totalt cirka 1 500 Mb. Varje höjddatabas (ruta om 5x5 km) innehåller 10 201 höjdvärden. För hela landet finns omkring 20 000 höjddatabaser med cirka 200 miljoner höjdvärden.	Skiftande kvalitet. En noggrannhet om högst 2,5 m geometrisk medelfel i höjd eftersträvas.
Bakgrundskartor raster (t.ex. terrängkartan)	Även Sverigekartan, översiktskartan, vägkartan, tätortskartan, fastighetskartan, fjällkartan. Används för visualisering. Kartbakgrund för att överlagra verksamhetsinformation på.	FM Geo SE / LMV	TIFF	
Befolkningsdata, demografiska data	Konsekvensanalyser. Uppskatta hur många som drabbas av en händelse på kort och lång sikt. Avgöra vilken belastning som en händelse skulle innebära på sjukvården.	SCB / LMV?	?	

Marktäckedata	Marktäcket avgör friktionen mot markytan (används inom spridningsmodellering). Bullerutbredning. Konsekvensanalyser, t.ex. hur stora arealer med spannmålsproduktion drabbas vid ett radioaktivt nedfall.	FM Geo SE / LMV	shape, raster
Ortofoto	Visualisering	FM Geo SE / LMV	TIFF
Ortnamn	Snabbt hitta platser. Gå från position till närmaste plats av viss kategori (t. ex hitta närmaste tätort).	FM Geo SE / LMV	shp
Geologi	Jordartskarta, berggrundskarta, hydrogeologisk karta samt brunnarskivet behövs för spridningsmodelleringar mark.	FM Geo SE / SGU	ESRI shape.
Vmap Level 0 och 1	Bakgrundsmaterial. Internationella	FM Geo SE	vpf, ESRI shape
Nationell Vägdatabas (NVDB)	Nätverksanalyser t.ex. optimering av mätinsatser eller evakuering. Ruttplanering.	Vägverket (?)	?
Informationsklass: Agens/Toxikologi			
Typ	Användning	Källor	Begränsningar
Samverkande ämnen	Faroanalys /Riskanalys för blandningar av farliga kombinationer	Inte lättillgängligt i dagsläget	Vilka ämneskombinationer, farligt på vilket sätt (tox, explosivt??)
Substans	Faroanalys som kan användas för riskanalys	Kemi	Ger inte symtombild vid förgiftning eller aggregationstillstånd hos substans

Persistens hos kemiska ämnen	Tidsaspekt för faroanalysen / när blir området ofarligt?	Möjligen KemI	Information finns inte för C-ämnen eller andra ämnen klassificerade som GIFT	
Informationsklass: Indikering/Sensorer				
Typ	Användning	Källor	Format	Begränsningar
Klassificering av C	varna-leda-prognostisera	C-sensor	numeriska data - >kvalitativa data som G, H, innehåller svavel etc.	alla ämnen finns kanske inte i bibliotek, upplösningen behöver förbättras, ej automatisk dataöverföring
Identifiering av C-agens	verifiera preliminär klassificering	C-sensor	numeriska data, spektra (t.ex. mass-IMS-FTIR)	analys tar lång tid, ej automatisk dataöverföring, kräver stor energiförbrukning
Koncentration av C	varna-leda-prognostisera, utbredning	C-sensor, C-sensorer i nätverk	numeriska data, t.ex. ASCII [mg/m ³ , mg/m ² , ppm]	sensorema mätas, ej autom. dataöverföring, måste bli känsligare (civila krav)
Utbredning	prognostisera	avståndssindikering	bilder	stort instrument, dyrt
Koncentration (MO/m ³)	varna-leda-prognostisera, utbredning	B-sensor, B-sensorer i nätverk, t.ex. PCR	numeriska data, t.ex. [antal mikroorganismer/m ³]	lång analysid, manuellt arbete, ingen kontinuerlig mätning, storlek, vikt och energiförbrukning, reagenser, pris

FOI-R--1635--SE
Bilaga 4.1

Storleksfördelning (partiklar/m ³)	varna-leda-prognostisera, utbredning	B-sensor, partikelräknare	
Klassificering			
Utbredning		avståndsindikering eller sensornätverk	
svampmolinsegenskaper	varna-leda-prognostisera	N-sensor, optisk sensor (nu kikare)	numeriska data, bilder De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.
Identifiering	varna-leda-prognostisera, utbredning	B-sensor, B-sensorer i nätverk, t.ex. PCR	numeriska data, t.ex. [antal mikroorganismer/m ³] lång analysstid, manuellt arbete, ingen kontinuerlig mätning, storlek, vikt och energiförbrukning, reagenser, pris
initialstrålning	varna-leda-prognostisera	R-sensor	numeriska data De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.
EMP	varna-leda-prognostisera	N-sensor, elektromagnetisk givare	numeriska data De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.
värmestrålning	varna-leda-prognostisera	N-sensor, temperaturgivare	numeriska data De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.

FOI-R--1635--SE
Bilaga 4.1

stötvåg, tryck (mark)	varna-leda-prognostisera	N-sensor, seismisk sensor	numeriska data	De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.
stötvåg, tryck (luft)	varna-leda-prognostisera	N-sensor, trycksensor	numeriska data	De olika N-sensorema finns men ett samlat system för användningsområdet finns ej.
stråltyp	varna-leda-prognostisera	R-sensor	numeriska data - >kvalitativa data t.ex. neutron/gamma	olika sensorer för olika stråltyper (alfa, beta, gamma, neutron), en del dyra, alfa-sensorer omtåliga
identifiering av nuklider	dosberäkning, varna-leda-prognostisera	R-sensor	numeriska data t.ex. spektrum - >kvalitativa data t.ex. nuklidtyp	dyra och stora instrument, kräver ofta flytande kväve
absorberad dos	dosberäkning, varna-leda-prognostisera	R-sensor/dosimeter	numeriska data, t.ex. ASCII [Gy, Sv]	sensorema mäter oftast end. gamma, ej autom. dataöverföring
indikering	varna-leda-prognostisera	R-sensor	numeriska data, t.ex. ASCII [pulsrat]	olika sensorer för olika stråltyper (alfa, beta, gamma, neutron), en del dyra, alfa-sensorer ömtåliga
Informationsklass: Personalens status				
Typ	Användning	Källor	Format	Begränsningar
Ej behandlad				

Informationsklass: Områdesinformation/Internationella insatser				
<i>Typ</i>	<i>Användning</i>	<i>Källor</i>	<i>Format</i>	<i>Begränsningar</i>
satellitbilder	För att kunna hitta kritiska områden eller objekt i ett missionsområde, t.ex. industrier, vattenreningsverk osv.	LANDSAT, IKONOS, SPOT, Quickbird etc.	olika typer av bildformat	dyrt, hemligt i vissa fall
Topografi	beskrivs utförligare under "Grundläggande geografisk information"	Lantmäteriet, FM Geo SE	shape	Dålig kvalitet
industrier	för hot- och riskbedömningar avseende kemikalieolyckor och Environmental and Industrial Health Hazard (EIIH), för rekommendationer gällande placering av förlägningsplats	Internet, litteratur	text, koordinater, bilder, kartor, muntlig information	icke tillgänglig, hemlig information, saknas dock ofta för missionsområden, kvalitetsproblem, inga exakta positioner finns för objekt
minor	För hot- och riskbedömning innan deployering	SWEDEC	text, datafiler, GPS- koordinater, vektorfiler	säkerhet, kvalitet
Gränsvärden, miljö internationella				
Gränsvärden, miljö Sverige				
public health situation	hot- och riskbedömning inför deployering, public health information ger en uppfattning om vilken hygienproblematik man står	Internet, WHO, UN, Non-government organisations	text, tabeller, bilder	sällan tillgängligt för missionsområden
förebningsprofiler	hot- och riskbedömningar avseende eventuella föroreningar och exponeeringsrisker vid olika typer av industrier som kan påträffas i missionsområden, t.ex. gruvindustri, träindustri etc.	Naturvårdsverket - för Sverige	databasfiler, text	till stor del obefintliga för konfliktområden, de som finns är kraftigt förenklade och för grova

giftiga djur	Hot- och riskbedömning inför deployering till ett nytt område, vilka behov av serum etc. finns	Internet, zoologiska trädgårdar, universitet	text, tabeller, foton och bilder	kvalitet
geologi	för spridningsberäkning avseende föroreningar i mark och radonhalt i bakgrund	SGU	papper eller vektordatalager	saknas ofta för missionsområden och när tillgänglig är den ofta för grov, ibland dyr
sjukdomar	För att kunna göra hot- och riskbedömningar inför tjänstgöring utomlands	SMI, WHO, utländska aktörer och samarbetspartners	text, bilder, datafiler, kartlager (vektorformat)	kräver avtal, svårigheter att exakt ange ett drabbat område på en karta, kvalitetsaspekter
C förekomst	Hot- och riskbedömning (hälsoeffekter) inför deployering i ett nytt missionsområde	UND, hotbedömningar	text, bilder, kartor	hemlig, tar tid
B förekomst	För hot- och riskbedömning av ett missionsområde inför deployering	UND, hotbedömningar	text, bilder, kartor	hemlig, tar tid
N förekomst	Beskrivs utförligare under N- direktverkan. Används för hot- och riskbedömning vid deployering i ett nytt område	UND, hotbedömningar	text, bilder, kartor	hemlig, tar tid
väder	Väder och klimatdata för förberedelser inför gruppering i nytt klimat, underlag för hot- och riskbedömning avseende värme m.m.	öppna källor på Internet, erfarenheter från personal på plats	text, bilder, diagram	
miljömätdata för specifikt land	För utarbetande av hot- och riskbedömningar (hälsoeffekter) inför gruppering i nytt missionsområde	olika miljöorganisationer, öppna källor på Internet, andra nationer som gjort egna mätningar	text, kalkylblad, datafiler, film, bilder, databaser	Få mätningar gjorda i missionsområden, om finns ofta hemlig och svårtillgänglig
ROE	De regler som gäller för svensk trupps insats	NATO, EU, FN	text, bilder, kartor	

Kemdatabas	för hot- och riskbedömning gällande kemikalier	Kemiska ämnen, RIB	text	uppdatering, aktuell version måste finnas, direktaccess
klimat	väder och klimatdata för förberedelser inför gruppering i nytt klimat, underlag för hot- och riskbedömning avseende värme m.m.	öppna källor på Internet, erfarenheter från personal på plats	text, bilder, diagram	
miljölagsstiftning	Vid planering så att en förläggningsplats kan upprättas på ett miljömässigt riktigt sätt och för att undvika juridiska dispyter och ekonomiska anspråk i efterhand.	svensk lagsiftning, ROE,	text	
Rotaprofiler	En mall för att ta fram förväntat kemikalielager vid olika typer av industrier.	Finns i dagsläget för Sverige och västerländsk modern industri i enklare skrift från Naturvårdsverket	Text	Finns idag endast för svensk och västerländsk modern industri.
Farligt gods kort - miljö	För att få en snabb uppfattning om hot och risker vid exempelvis ett kemikalie-utsläpp. Används även i utbildnings-sammanhang vid övning inför olyckor	SRV, FOI	papper	uppdatering
Farligt gods kort	För att få en snabb uppfattning om hot och risker vid exempelvis ett kemikalie-utsläpp. Används även i utbildnings-sammanhang vid övning inför olyckor	SRV, FOI	idag - text, senare i databasfiler	uppdatering
Trupprörelser	Information som säger var och hur länge personal rört sig för att kunna avgöra huruvida personalen exponerats för exempelvis kemikalieutsläpp eller patogena organismer	FM, NBC-analysis	koordinater	sekretess

FOI-R--1635--SE
Bilaga 4.1

Spridningsberäkningar	För riskbedömningar av t.ex. kemikalielager industrier inför t.ex. upprättande av grupperingsplats	FOI, Bfk	bilder, kartor	görs inte per automatik inför gruppering, svårigheter med detaljeringsgrad avseende kemikalieinnehåll, kvalitet
Exposure guidelines	För att kunna avgöra risken för exponering av olika kemikalier och negativa effekter av dess	UASCHPPM, Arbetslivsinstitutet m.fl.	text	Sverige har inga egna guidelines, de riktlinjer och gränsvärden som finns idag begränsar sig till arbetsmiljö där man arbetar och exponeras ca 8 timmar/dag. I ett missionsområde lever personalen i denna miljö dygnet runt under ca 6 månader och riktlinjerna behöver anpassas efter detta.
Gränsvärden, riktlinjer svenska	För hot- och riskbedömningar gällande kemikalieexponering för svensk personal	Arbetsmiljöverket	text	finns ej designade för intOp, dvs. för förhållanden som innebär att man lever i en miljö där man exponeras dygnet runt under 6 månader
Gränsvärden, riktlinjer internationella	Riktlinjer för föreningar och gränsvärden bör ligga till grund för hälso- och miljöriskbedömningar.	USACHPPM, Arbetslivsinstitutet, Naturvårdsverket	text och kalkylblad, databaser	svårtilgänglig, i vissa fall obefintlig eller av dålig kvalitet

Lagstiftning, svensk	arbetsmiljölagsstiftning för att underlätta begränsningar av exponeringsrisker för insatspersonal	svensk lag, Arbetsmiljöverket	text	kan delvis vara svåra att tillämpa på situationer där exponeringen inte enbart begränsar sig till 8 timmar/dag
stadskartor	scanning av stadsområden, identifiering av industriområden, bränsledeponier etc. för att kunna göra hot- och riskbedömningar avseende EIH	Geo SE, kartbutiken, m.m.	papper, tif, m.m.	saknas, högre detaljeringsgrad
Informationsklass: N-direktverkan				
Typ	Användning	Källor	Format	Begränsningar
Skyddskriterier: Övrig materiel	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för 10 %, 50 %, 90 % utslagning i meter	
Väderdata: Snöförhållanden	Kan reflektera värmestrålningen	Meteorolog	Text	
Koordinater för nollpunkt (NP)	Styr modelleringen av direktverkan och nedfall	Indikeringsgrupp//NBC-befäl/sensor	GIS-koordinater: x, y	Nuvarande metod tar för lång tid, för låg precision
Explosionshöjd	Styr modelleringen av direktverkan och nedfall	Indikeringsgrupp//NBC-befäl/sensor	GIS-koordinat: z	Nuvarande metod tar för lång tid, för låg precision
Laddningsstyrka	Styr modelleringen av direktverkan och nedfall	Indikeringsgrupp//NBC-befäl/sensor	kiloton	Nuvarande metod tar för lång tid, för låg precision
Laddningstyp (andel fission)	Styr modelleringen av direktverkan och nedfall	Sensor	% fission	Saknas idag
Väderdata: Sikt	Kan reducera värmestrålningen	Meteorolog	Sikt i meter	

FOI-R--1635--SE
Bilaga 4.1

Väderdata: Molnförhållanden	Kan reflektera värmestrålningen	Meteorolog	Text
Topografi, inkl urban miljö	Påverkar de primära och sekundära effekterna	Lantmäteriet, FM Geo SE	
Markbeskaffenhet	Påverkar nedfallet	?	
Skyddskriterier: Människa	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för icke- tjänstbarhet i meter Skyddskriterier: Människa
Skyddskriterier: Fordon	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för 10 %, 50 %, 90 % utslagning i meter
Skyddskriterier: Flygplan	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för 10 %, 50 %, 90 % utslagning i meter
Skyddskriterier: Byggnader	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för 10 %, 50 %, 90 % utslagning i meter
Långsiktig verkan (t.ex. av dos)	Styr prognostisering av skadeutfall på lång sikt	?	?
Arsenal, vapenbärare, laddningsstyrkor, -typer	Bedömning av vad som kan väntas; omvärldsanalys	Underrättelser	Text Säkerhetsproblem
Skyddskriterier: Fartyg	Styr prognostisering av skadeutfall	Handbok/databas	Radie för 10 %, 50 %, 90 % utslagning i meter

Tabell 2. Tjänsters behov av information

Tjänst: Eget läge

Information

Arsenal, vapenbärare, laddningsstyrkor, -typer
truppörelser

Topografi, inkl urban miljö

Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt

Topografi

Tjänst: Fånga upp erfarenheter

Information

sjukdomar

giftiga djur

minor

C förekomst

B förekomst

N förekomst

klimat

väder

Tjänst: Fiendens läge

Information

Topografi

Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt

Topografi, inkl urban miljö

truppörelser

Arsenal, vapenbärare, laddningsstyrkor, -typer

Tjänst: Förändring av skyddsnivå

Information

B förekomst

C förekomst

N förekomst

Spridningsberäkningar

Uppmätt koncentration

Tjänst: Identifiering

Information

Klassificering av C

Kemdatabas

Identifiering av C-agens

Tjänst: Indikering

Information

Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt

väder

Utbredning

Tjänst: Informationsvaruhus NBC

Information

Lagstiftning, svensk

Gränsvärden, riktlinjer svenska

Persistens hos kemiska ämnen

Substans

miljömätdata för specifikt land

ROE

Gränsvärden, riktlinjer internationella

Exposure guidelines

Kemdatabas

Farligt gods kort - miljö

Farligt gods kort

miljölagstiftning

Tjänst: Konsekvensbedömning

Information

klimat

absorberad dos

Topografi

industrier

föroreningsprofiler

Exposure guidelines

Gränsvärden, riktlinjer internationella

Gränsvärden, riktlinjer svenska

miljömätdata för specifikt land

stråltyp

giftiga djur

public health situation

Gränsvärden, miljö internationella

Gränsvärden, miljö Sverige

Befolkningsdata, demografiska data

väder

Tjänst: Konsekvensbedömning fiktivt läge

Information

public health situation

Befolkningsdata, demografiska data

Gränsvärden, miljö internationella

väder

klimat

giftiga djur

miljömätdata för specifikt land

Gränsvärden, riktlinjer internationella

Exposure guidelines

föroreningsprofiler

industrier

Topografi

stråltyp

absorberad dos

Gränsvärden, miljö Sverige

Gränsvärden, riktlinjer svenska

Tjänst: Larm

Information

indikering

Koncentration av C

Tjänst: NBC-läge

Information

Explosionshöjd

indikering

absorberad dos

Använt agens

Uppmätt koncentration

Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt

Väderdata: Sikt

identifiering av nuklider

Bilaga 4.1

Laddningsstyrka
 Väderdata: Snöförhållanden
 Koordinater för nollpunkt (NP)
 Solinstrålning
 Molninghet
 Laddningstyp (andel fission)
 Storleksfördelning (partiklar/m3)
 stråltyp
 väder
 Spridningsberäkningar
 föroreningsprofiler
 industrier
 Topografi
 Väderdata: Molnförhållanden
 C förekomst
 B förekomst
 N förekomst
 Koncentration (MO/m3)
 Utbredning
 Koncentration av C
 Identifiering av C-agens
 Klassificering av C
 Identifiering

Tjänst: NBC-övervakning

Information
 indikering

Tjänst: Övervakning av fysiska skyddssystem

Information
 Gränsvärden, riktlinjer svenska
 Gränsvärden, riktlinjer internationella
 Exposure guidelines
 absorberad dos
 N förekomst
 C förekomst
 B förekomst

Tjänst: Plan för NBC-övervakning

Information
 B förekomst
 C förekomst
 N förekomst
 väder
 Topografi

Tjänst: Prognostisering av direktverkan N

Information
 Skyddskriterier: Fordon
 svampmolnsegenskaper
 Skyddskriterier: Fartyg
 Skyddskriterier: Människa
 Skyddskriterier: Byggnader
 Markbeskaffenhet
 Skyddskriterier: Flygplan
 Laddningstyp (andel fission)
 Laddningsstyrka
 Explosionshöjd
 Koordinater för nollpunkt (NP)
 Skyddskriterier: Övrig materiel

Tjänst: Prognostisering av möjligt NBC-förlopp

Information
 B förekomst
 Använt agens
 C förekomst
 väder
 Spridningsberäkningar
 Storleksfördelning (partiklar/m3)
 Identifiering av C-agens
 Skyddskriterier: Byggnader
 Uppmätt koncentration
 Markbeskaffenhet
 Laddningstyp (andel fission)
 Laddningsstyrka
 N förekomst
 Koordinater för nollpunkt (NP)
 Skyddskriterier: Fartyg
 Skyddskriterier: Flygplan
 Skyddskriterier: Fordon
 Skyddskriterier: Människa
 Skyddskriterier: Övrig materiel
 svampmolnsegenskaper
 Explosionshöjd

Tjänst: Prognostisering av nedfall N

Information
 Väderdata: Snöförhållanden
 identifiering av nuklider
 Topografi, inkl urban miljö
 Väderdata: Molnförhållanden
 Väderdata: Sikt
 Laddningstyp (andel fission)
 Laddningsstyrka
 Explosionshöjd
 Koordinater för nollpunkt (NP)
 Markbeskaffenhet

Tjänst: Prognostisering indirekta risker B

Information
 public health situation
 B förekomst
 Använt agens
 trupperelser
 Befolkningsdata, demografiska data

Tjänst: Prognostisering indirekta risker C

Information
 Identifiering av C-agens
 väder
 föroreningsprofiler
 Använt agens
 C förekomst
 Topografi
 industrier
 Klassificering av C

Tjänst: Prognostisering indirekta risker N

Information
 Uppmätt koncentration
 Skyddskriterier: Byggnader
 Skyddskriterier: Fartyg
 Fält i tid och rum: Vind, temperatur, fuktighet

Skyddskriterier: Övrig materiel
 Skyddskriterier: Flygplan
 Skyddskriterier: Fordon
 Skyddskriterier: Människa
 Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt
 Långsiktig verkan (t ex av dos)

Tjänst: Prognostisering riskområde B

Information

Använt agens
 föroreningsprofiler
 Uppmätt koncentration
 väder
 B förekomst

Tjänst: Prognostisering riskområde C

Information

Uppmätt koncentration
 föroreningsprofiler
 Fält i tid och rum: Vind, temperatur, fuktighet
 C förekomst
 Koncentration av C
 Använt agens
 Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt

Tjänst: Provtagning

Information

satellitbilder
 industrier
 B förekomst
 C förekomst
 N förekomst
 stadskartor
 Geologi
 Markbeskaffenhet

Tjänst: Rekvisition av NBC-materiel

Information

C förekomst
 industrier
 Rotaprofiler
 N förekomst
 B förekomst
 Använt agens

Tjänst: Riskbedömning

Information

Skyddskriterier: Byggnader
 absorberad dos
 Gränsvärden, riktlinjer internationella
 stråltyp
 Topografi
 industrier
 föroreningsprofiler
 Exposure guidelines
 Skyddskriterier: Flygplan
 Gränsvärden, miljö Sverige
 Gränsvärden, riktlinjer svenska
 Skyddskriterier: Övrig materiel
 Skyddskriterier: Fordon
 Skyddskriterier: Fartyg
 Befolkningsdata, demografiska data

Gränsvärden, miljö internationella
 klimat
 public health situation
 giftiga djur
 väder
 miljömätdata för specifikt land
 Skyddskriterier: Människa

Tjänst: Terränginformation

Information

Markbeskaffenhet
 Geologi
 satellitbilder
 stadskartor

Tjänst: Tredje parts läge

Information

Topografi, inkl urban miljö
 Vindhastighet och vindriktning i enstaka punkt
 Topografi
 trupprörelser
 Arsenal, vapenbärare, laddningsstyrkor, -typer

Tjänst: Utplacering av sensorer

Information

indikering
 Koncentration av C

Tjänst: Väderdata

Information

Väderdata: Molnförhållanden
 Väderdata: Sikt
 Väderdata: Snöförhållanden
 klimat

Tjänst: Varning

Information

indikering
 Koncentration av C

Tjänst: Verifikation av identifierat NBC-agens

Information

Kemdatabas
 Identifiering av C-agens
 Använt agens
 identifiering av nuklider

FOI-R--1635--SE
Bilaga 4.1

Inverse dispersion modeling with a Bayesian sequential Monte Carlo method

Leif Persson Thomas Önskog

1 Introduction

For operational use, a dispersion model must often be complemented with some method to estimate the sources of a release, given concentration measurements at certain locations, and given the meteorological data relevant for the dispersion model. This can be viewed as a parameter estimation problem, which can be described as follows. Assuming that the concentration measurements are specified as functions of discrete time (e.g., as averages over suitable time intervals), we may assume that the time coordinate is discrete, and hence that with a suitable scaling, time t takes integer values $t = 1, 2, 3, \dots$. Assume that we want to estimate the concentration field $c(m, t)$ from a release of unknown origin, where m denotes the spatial coordinates. To our disposal is a dispersion model, which gives the concentration field $c(m, t, \theta_{1:t})$ at time t and spatial location x , depending on a matrix of parameter values $\theta_{1:t} = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_t)$, where

$$\theta_t = \begin{pmatrix} \theta_{1,t} \\ \vdots \\ \theta_{P,t} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^P, \text{ parameter vector at time } t$$

The main source parameters in θ_t are the source coordinates (latitude, longitude, and height above ground) and the source strength at time t , but may contain additional parameters, depending on the nature of the source. The model predictions are to be compared with actual measurements at certain measurement sites, numbered with $1, 2, \dots, M$, with spatial coordinates $m_t^{(1)}, \dots, m_t^{(M)} \in \mathbb{R}^3$, possibly dependent on t (moving sensors). The (possibly moving) sensor location coordinates may be collected in a

matrix

$$m_t = \begin{pmatrix} m_t^{(1)} \\ \vdots \\ m_t^{(M)} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{M \times 3}, \text{ sensor location matrix at time } t \quad (1)$$

At time t , we will have at our disposal a time series of average concentration measurements $c_{1:t}^{(k)} = (c_1^{(k)}, \dots, c_t^{(k)})$ at each site $k = 1, 2, \dots, M$. We collect the measured values at each time t in an M -vector

$$c_t = \begin{pmatrix} c_t^{(1)} \\ \vdots \\ c_t^{(M)} \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^M, \text{ data vector at time } t \quad (2)$$

and denote the $M \times t$ -matrix $(c_1, \dots, c_t)$ by $c_{1:t}$. The goal of the parameter estimation problem at time t is to estimate the source parameters $\theta_{1:t}$ up to time t , such that the measured values $c_{1:t}^{(k)}$ up to time t are in "best possible agreement" with the model predictions $c(m_{t'}, t', \theta_{1:t'})$ for all measurement sites $k = 1, \dots, M$, i.e., in vector form,

$$c_{t'} \approx c(m_{t'}, t', \theta_{1:t'})$$

for $t' = 1, \dots, t$, where the function c is applied rowwise on the matrix $m_{t'}$, yielding the corresponding row in $c_{t'}$. The most straightforward notion of "best possible agreement" is to minimize some weighted norm of the residual, e.g., the ℓ^2 -norm to find the parameter estimate $\hat{\theta}_{1:t}$,

$$\hat{\theta}_{1:t} = \arg \min_{\theta_{1:t}} \sum_{t'=1}^t \|c_{t'} - c(m_{t'}, t', \theta_{1:t'})\|^2$$

To gain flexibility and robustness, we prefer to estimate the parameters by using a statistical data model. For example, the above minimization problem is equivalent to maximizing the *likelihood function*

$$\hat{\theta}_{1:t} = \arg \max_{\theta_{1:t}} p(c_{1:t} | \theta_{1:t})$$

where

$$p(c_{1:t} | \theta_{1:t}) = \phi(c_1 - c(m_1, 1, \theta_1), c_2 - c(m_2, 2, \theta_{1:2}), \dots, c_t - c(m_t, t, \theta_{1:t})) \quad (3)$$

and $\phi(\xi_1, \dots, \xi_t)$ is the joint probability density function for independent, identically distributed, Gaussian random variables $\xi_1, \dots, \xi_t$ with zero mean.

The equation (3) means that $p(c_{1:t}|\theta_{1:t})$ is the joint conditional probability density for $c_{1:t}$ subject to the *statistical data model*

$$c_{t'} = c(m_{t'}, t', \theta_{1:t'}) + \xi_{t'}, t' = 1, \dots, t \quad (4)$$

where $\xi_{t'}$ are (vector-valued) random variables with joint probability density function $\phi(\xi_1, \dots, \xi_t)$. Accordingly, this is an example of *maximum likelihood estimation*, which may be generalized to data models (4) with more general random perturbations $\xi_1, \dots, \xi_t$.

Maximum likelihood estimation is an optimization method, in which we search for specific values for the parameters $\theta_{1:t}$. Monte Carlo methods may be used for the optimization, for example the Monte Carlo Expectation–Maximization (MCEM) method, or simulated annealing, cf. [4]. In the Bayesian approach, rather than considering individual parameter values $\theta_{1:t}$, we consider probability distributions on the parameter space. A Bayesian framework for inverse dispersion modeling is given e.g. in [2]. The basis for the Bayesian approach is provided by Bayes formula for the a posteriori probability density function

$$p(\theta_{1:t}|c_{1:t}) = \frac{p(c_{1:t}|\theta_{1:t})p(\theta_{1:t})}{p(c_{1:t})} \propto p(c_{1:t}|\theta_{1:t})p(\theta_{1:t}) \quad (5)$$

Here the marginal distribution $p(\theta_{1:t})$ is called the *a priori* probability density function, and represents our knowledge or belief about the parameter values before (prior to) the knowledge of the measurement values $c_{1:t}$. The parameter values can be estimated by computing the expectation

$$\hat{\theta}_{1:t} = \int \theta_{1:t} p(\theta_{1:t}|c_{1:t}) d\theta_{1:t}$$

The high dimensionality of the parameter space requires the use of Monte Carlo methods for the integration. This means that the integral is approximated by an empirical expectation obtained from a sample $(\theta_{1:t}^{(i)})_{i=1}^N$ from the distribution $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, and the estimator is

$$\hat{\theta}_{1:t} \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta_{1:t}^{(i)}$$

Moreover, the dynamic character of the data and parameter sets has to be exploited in order to handle long time series in an operational situation, since the dimension of the space of parameters $\theta_{1:t}$ grows linearly with time t , so it is not feasible to start a Monte Carlo sampling method for $\theta_{1:t}$ from

scratch each time t increases. Therefore, we end up with a Sequential Monte Carlo (SMC) method.

A brief outline of the material is as follows. In section 2 we account for the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method for sampling from the posterior distribution $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, using the classical Metropolis–Hastings sampler in Algorithm 1. In section 3 we turn to Sequential Monte Carlo (SMC) algorithms, which takes the gradual increase of data and parameters space dimension with time into account. In section 3.1 we start by the simplest sequential importance sampling (SIS) Algorithm 2. This algorithm is the starting point for a successive refinement. In section 3.2 we describe the statistical drawbacks of SIS, which was improved by Gordon by introducing a resampling step known as Gordon’s bootstrap filter, leading to Algorithm 3. This makes the method statistically efficient in case the data at the current time depends only on the parameters at the current time. In section 3.3 an improvement of Gordon’s resampling is introduced, due to Pitt and Shephard, and motivated by the fact that if current data depends also on past parameter values (which is the case in a dispersion model), Gordon’s bootstrap filter may still have a poor statistical performance. Pitt and Shephard allowed the resampling in the bootstrap filter to depend on the current data, which leads to Algorithm 4. However, SMC methods like Algorithm 4 are sometimes too rigid, in the sense that the past of resampled realizations are not modified at all. To increase the robustness in case current data are not much in line with past parameters, modifications of the past of resampled realizations should be imposed to some extent. This is done in a hybrid MCMC–SMC algorithm in section 3.4, Algorithm 5, where an MCMC perturbation is applied in each time step. Also, the initial importance sample for the SMC algorithm is obtained by an initial MCMC sample. This is the type of algorithm used in the simulation described in section 4, where the hybrid method is applied to an integrated Gaussian puff model. The measurement data are synthetic, obtained from a data model of the type (4), with random perturbations of model data for known (assumed) source parameters. The source and measurement setup and data model is described in section 4.1, the initial MCMC sampling is described in section 4.2, and the final SMC simulation is described in section 4.3. The integrated Gaussian puff model is accounted for in section 5. In section 6, some notation is explained and some basic facts on conditional probability densities are given. At last, some conclusions are drawn in section 7.

The literature in the field of sequential Monte Carlo methods is extensive, and we have not attempted to make any literature overview. Our main references are [3] and [1].

2 Bayesian inference using Markov Chain Monte Carlo

Given the data matrix $c_{1:t}$, the task is to estimate the parameter matrix $\theta_{1:t}$ by sampling from the posterior distribution

$$p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$$

given by Bayes formula (5), where $p(c_{1:t}|\theta_{1:t})$ is given and provides a *data model* (4), and $p(\theta_{1:t})$ is given, providing the a priori information. In practice we can not compute the marginal distribution $p(c_{1:t})$ in (5), so we have to rely on sampling to obtain estimates in terms of $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, for example estimates for conditional expectations

$$E[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}] = \int p(\theta_{1:t}|c_{1:t})f(\theta_{1:t})d\theta_{1:t}$$

In the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method, the sampling is done from a Markov chain on the state space, i.e., a random process in discrete "time" $\theta_{1:t}^{(i)}$, $i = 1, 2, \dots$ on the state space, defined by a transition probability density

$$p\left(\theta_{1:t}^{(i+1)} \middle| \theta_{1:t}^{(1)}, \dots, \theta_{1:t}^{(i)}\right) = p\left(\theta_{1:t}^{(i+1)} \middle| \theta_{1:t}^{(i)}\right)$$

such that the stationary density of the chain coincides with $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$. The Markov chain is sampled recursively, by first sampling $\theta_{1:t}^{(1)}$ according to some prior distribution $q\left(\theta_{1:t}^{(1)}\right)$, and then computing $\theta_{1:t}^{(2)}, \theta_{1:t}^{(3)}, \dots$ recursively by sampling $\theta_{1:t}^{(i+1)}$ from the distribution $p\left(\theta_{1:t}^{(i+1)}|\theta_{1:t}^{(i)}\right)$. The most widely used, and original MCMC method to realize a suitable transition probability density $p\left(\theta_{1:t}^{(i+1)}|\theta_{1:t}^{(i)}\right)$ is a proposal–acceptance/rejection scheme, known as the *Metropolis–Hastings algorithm*, where in each step the next values are proposed by sampling from a given *proposal probability density* $q\left(\tilde{\theta}_{1:t}|\theta_{1:t}, c_{1:t}\right)$, and the proposed values are accepted according to an *acceptance probability*,

$$\alpha\left(\tilde{\theta}_{1:t}, \theta_{1:t}^{(i)}\right) = \min\left(\frac{p\left(c_{1:t}|\tilde{\theta}_{1:t}\right)p\left(\tilde{\theta}_{1:t}\right)q\left(\theta_{1:t}^{(i)}|\tilde{\theta}_{1:t}, c_{1:t}\right)}{p\left(c_{1:t}|\theta_{1:t}^{(i)}\right)p\left(\theta_{1:t}^{(i)}\right)q\left(\tilde{\theta}_{1:t}|\theta_{1:t}^{(i)}, c_{1:t}\right)}, 1\right) \quad (6)$$

which leads to the Metropolis–Hastings Algorithm 1.

Algorithm 1 *Metropolis–Hastings algorithm for sampling from $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$*

1. Initialization:

Choose a starting value $\theta_{1:t}^{(1)}$

2. Metropolis–Hastings sampler loop:

for $i = 1, \dots, N - 1$ **do**

Sample $\tilde{\theta}_{1:t}$ according to proposal density $q(\tilde{\theta}_{1:t}|\theta_{1:t}^{(i)}, c_{1:t})$.

Compute the acceptance probability $\tilde{\alpha} = \alpha(\tilde{\theta}_{1:t}, \theta_{1:t}^{(i)})$ by (6)

Sample $u \sim U[0, 1]^a$, and let $\theta_{1:t}^{(i+1)} = 1_{\{u \leq \tilde{\alpha}\}} \tilde{\theta}_{1:t} + 1_{\{u > \tilde{\alpha}\}} \theta_{1:t}^{(i)}$

^arandom number uniformly distributed on the interval $[0, 1]$

We will always assume that the Markov chain is irreducible¹ and aperiodic² (almost surely true for the Metropolis algorithm) and has an invariant distribution. By standard Markov chain theory, the chain will become stationary at its invariant distribution. The Metropolis-Hastings chain is stationary for the posterior distribution $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, which means that if we run the chain for a long enough burn-in period of say N_0 steps, then $\theta_{1:t}^{(N_0+1)}, \theta_{1:t}^{(N_0+2)}, \dots$ will be samples from the stationary distribution, and provides random (but correlated) samples from $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$. Assuming that $\theta_{1:t}^{(1)}, \theta_{1:t}^{(2)}, \dots$ is a sample with the initial burn-in period removed, i.e., $\theta_{1:t}^{(1)}, \theta_{1:t}^{(2)}, \dots \sim p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, we have the estimate

$$E[f(\theta_{1:t})] \approx \hat{E}[f(\theta_{1:t})] = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f(\theta_{1:t}^{(j)})$$

The efficiency of this estimator is given by its variance

$$\text{var} \left[\hat{E}[f(\theta_{1:t})] \right] = \frac{\sigma^2}{N} \left(1 + 2 \sum_{j=1}^{N-1} \left(1 - \frac{j}{N} \right) \rho_j \right) \approx \frac{\sigma^2}{N} \left(1 + 2 \sum_{j=1}^{\infty} \rho_j \right)$$

where

$$\sigma^2 = \text{var}[f(\theta_{1:t})], \rho_j = \text{corr} \left(f(\theta_{1:t}^{(1)}), f(\theta_{1:t}^{(j+1)}) \right)$$

Defining the integrated autocorrelation time τ as

$$\tau = \frac{1}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} \rho_i$$

¹A Markov chain is said to be *irreducible* if it has a nonzero probability density to go from any position in the state space to any other position in a finite number of steps.

²A Markov chain is said to be *aperiodic* if the maximum common divider of the number of steps it takes to come back to any starting point is equal to one.

we have

$$\text{var} \left[\hat{E} [f(\theta_{1:t})] \right] = \frac{2\tau}{N} \sigma^2$$

Hence this is equal to the variance of a sample of *independent*, identically distributed variables of size $N/2\tau$. Therefore, this quantity is called the *effective sample size*. To maximize the efficiency we should try to maximize the effective sample size, or, equivalently, minimize the integrated correlation time τ of $f(\theta_{1:t}^{(1)}), \dots, f(\theta_{1:t}^{(N)})$. To achieve this, the proposal distribution must be carefully chosen. If the proposal distribution is narrow, the proposal step $\hat{\theta}_{1:t} - \theta_{1:t}^{(i)}$, is usually small, and the proposal is likely to be accepted. Since the proposal step is small, the correlation is large. On the other hand, if the proposal distribution is wide, the proposal step is usually large, and the proposal likely to be rejected, which also leads to a large correlation, since many $\theta_{1:t}^{(i)}$ s are equal. The optimal proposal distribution is somewhere inbetween.

3 Bayesian inference using sequential Monte Carlo

The MCMC method in the previous section does not take into account the increase of data and parameter spaces as time increases, represented by the increasing dimensionality of the data matrix $c_{1:t}$ and parameter matrix $\theta_{1:t}$. It is inefficient to start a MCMC simulation for $\theta_{1:t}$ from scratch when t increases. By imposing a recursive structure with respect to t , reusing the past samples in each time step, we will obtain more efficient Monte Carlo methods, suitable for long time series. In the Bayesian setting, the gradual increase of knowledge about the system can be described in the following way. We assume that data vectors $c_1, c_2, c_3, \dots$ becomes available in that order, and that the corresponding parameter matrices $\theta_1, \theta_{1:2}, \theta_{1:3}, \dots$ are updated accordingly. Before any data about the system is available, our knowledge or prediction about the system is encoded in the a priori distribution $p(\theta_1)$ on the parameter space for the time $t = 1$. With data c_t for $t = 1$ taken into account, our knowledge is updated, and represented by the conditional posterior distribution $p(\theta_1|c_1)$. With this knowledge, we make a prediction about the state at the next time step, encoded in the conditional probability density $p(\theta_{1:2}|c_1)$. With data c_2 taken into account, the predicted probability density function is updated to a conditional probability density function $p(\theta_{1:2}|c_{1:2})$. Repeating this process, we obtain a sequence of consecutive prediction and update steps

$$p(\theta_1) \rightarrow p(\theta_1|c_1) \rightarrow p(\theta_{1:2}|c_1) \rightarrow p(\theta_{1:2}|c_{1:2}) \rightarrow \dots$$

$$\dots \rightarrow p(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1}) \rightarrow p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1}) \rightarrow p(\theta_{1:t}|c_{1:t}) \rightarrow \dots$$

The prediction step, represented by $p(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1}) \rightarrow p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1})$, is provided by a *parameter model* specified by the conditional probability density $p(\theta_t|\theta_{1:t-1}, c_{1:t-1})$, so by the law of conditional probability (29),

$$p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1}) = p(\theta_t|\theta_{1:t-1}, c_{1:t-1})p(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1}) \quad (7)$$

Similarly, the update step, $p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1}) \rightarrow p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, is provided by a *data model* specified by a conditional probability density $p(c_t|\theta_{1:t}, c_{1:t-1})$, so by the law of conditional probability (29),

$$p(c_{1:t}|\theta_{1:t}) = p(c_t|\theta_{1:t}, c_{1:t-1})p(c_{1:t-1}|\theta_{1:t-1}) \quad (8)$$

since $c_{1:t-1}$ is independent of θ_t , i.e., $p(c_{1:t-1}|\theta_{1:t}) = p(c_{1:t-1}|\theta_{1:t-1})$. By using Bayes formula (5) in both sides of (8) and rewriting, using the laws of conditional probability (29), we obtain the update step in terms of the marginal conditional probability densities,

$$p(\theta_{1:t}|c_{1:t}) = \frac{p(c_t|\theta_{1:t}, c_{1:t-1})}{p(\theta_t|\theta_{1:t-1}, c_{1:t-1})} \frac{p(\theta_t|\theta_{1:t-1})}{p(c_t|c_{1:t-1})} p(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1}) \quad (9)$$

Note that the normalizing factor $p(c_t|c_{1:t-1})$ in the update step may be obtained by reducing $p(c_t, \theta_{1:t}|c_{1:t-1})$ using (28) and applying (29),

$$p(c_t|c_{1:t-1}) = \int p(c_t|\theta_{1:t}, c_{1:t-1})p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1})d\theta_{1:t} \quad (10)$$

and, similarly,

$$p(\theta_t|\theta_{1:t-1}) = \frac{\int p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1})p(c_{1:t-1})dc_{1:t-1}}{\int \int p(\theta_{1:t}|c_{1:t-1})p(c_{1:t-1})dc_{1:t-1}d\theta_t} \quad (11)$$

Combining the prediction and update steps (7) and (9), we obtain a recursive formula for the posterior conditional density at time t ,

$$p(\theta_{1:t}|c_{1:t}) = p(c_t|\theta_{1:t}, c_{1:t-1}) \frac{p(\theta_t|\theta_{1:t-1})}{p(c_t|c_{1:t-1})} p(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1}) \quad (12)$$

The aim is now to estimate, recursively in time, conditional expectations with respect to the posterior distribution $p(\theta_{1:t}|c_{1:t})$,

$$E[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}] \equiv \int f(\theta_{1:t})p(\theta_{1:t}|c_{1:t})d\theta_{1:t}$$

3.1 Sequential importance sampling

The recursive formulas above may look deceptively simple, but for high-dimensional problems they are computationally impossible because the computation of (10) and (11), since they require high-dimensional integration. Therefore, Monte Carlo integration methods have to be used. However, it is seldom possible to obtain samples from the required posterior distributions directly, so alternative methods must be used, like importance sampling. The recursive variant of importance sampling, the *sequential important sampling* method, is described in this section. We recall the classical importance sampling method for estimating $E[f]$. Introducing the *importance sampling proposal distribution* (or *importance function*) $q(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, and a sample of independent, identically distributed particles $\theta_{1:t}^{(i)}$, $i = 1, \dots, N$ drawn from $q(\theta_{1:t}|c_{1:t})$, the *unscaled importance weight* is

$$\tilde{w}_{1:t}^{(i)} = \frac{p(\theta_{1:t}^{(i)}|c_{1:t})}{q(\theta_{1:t}^{(i)}|c_{1:t})},$$

the *normalized importance weight* is

$$w_{1:t}^{(i)} = \frac{\tilde{w}_{1:t}^{(i)}}{\sum_{j=1}^N \tilde{w}_{1:t}^{(j)}} \quad (13)$$

and the classical importance weight estimator is

$$\hat{E}_N[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}] = \sum_{i=1}^N f(\theta_{1:t}^{(i)}) w_{1:t}^{(i)},$$

For finite N this estimator is biased, being a ratio of two estimates, but asymptotically, $\hat{E}_N[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}] \rightarrow E[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}]$ almost surely as $N \rightarrow \infty$, providing the strong law of large numbers is valid. Under additional conditions, a central limit theorem with a convergence rate independent of the dimension can be obtained [1]. To obtain a recursive method, we should estimate $\hat{E}_N[f(\theta_{1:t})|c_{1:t}]$ at time t without modifying the past simulated trajectories $\theta_{1:t-1}^{(i)}$, $i = 1, \dots, N$. Hence the proposal distribution must have the particular (recursive) form

$$q(\theta_{1:t}|c_{1:t}) = q(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1})q(\theta_t|\theta_{1:t-1}, c_{1:t-1}) \quad (14)$$

i.e., when $q(\theta_{1:t}|c_{1:t})$ is marginalized with respect to θ_t , we obtain $q(\theta_{1:t-1}|c_{1:t-1})$. Iterating this we obtain

$$q(\theta_{1:t}|c_{1:t}) = \prod_{k=1}^t q(\theta_k|\theta_{1:k-1}, c_{1:k}) \quad (15)$$

where we define $\theta_{1:0} = \emptyset$, the empty set. With this recursive form on the importance function, we may obtain a recursive form of the importance weights. In fact, using (12) and (14) we obtain

$$\tilde{w}_t^{(i)} = \frac{p(y_t | \theta_{1:t}^{(i)}, c_{1:t-1}) p(\theta_t^{(i)} | \theta_{1:t-1}^{(i)}, c_{1:t-1})}{p(c_t | c_{1:t-1}) q(\theta_t^{(i)} | \theta_{1:t-1}^{(i)}, c_{1:t})} \tilde{w}_{t-1}^{(i)} \quad (16)$$

We may summarize in Algorithm 2.

Algorithm 2 *Sequential Importance Sampling algorithm, for computing sample $\theta_{1:T}^{(1)}, \dots, \theta_{1:T}^{(N)}$ from $p(\theta_{1:T} | c_{1:T})$.*

1. Initialization:

Given an importance sample $(\theta_1^{(i)}, w_1^{(i)})$ from $p(\theta_1)$, $i = 1, \dots, N$.

2. Time loop:

for $t = 2, 3, \dots, T$ **do**

for $i = 1, \dots, N$ **do**

Sample $\tilde{\theta}_t^{(i)}$ from $q(\tilde{\theta}_t | \theta_{1:t-1}^{(i)}, c_{1:t})$, put $\theta_{1:t}^{(i)} = (\theta_{1:t-1}^{(i)}, \tilde{\theta}_t^{(i)})$

Put $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = w_{1:t-1}^{(i)}$

Compute $\tilde{w}_{1:t}^{(i)}$ by (16)

Compute $w_{1:t}^{(i)}$ for $i = 1, \dots, N$, by (13)

3.2 Gordon's bootstrap filter

The sequential importance sampling Algorithm 2 fails as t increases. The reason is that the distribution of the importance weights becomes more and more skewed, and after a few time steps, only a few samples $\theta_{1:t}^{(i)}$ (called particles in this context) have nonzero importance weights. Hence the posterior distribution is no longer adequately represented by the weighted particles (the effective sample size is too small). By introducing an additional selection step (a particle filter), Gordon, Salmond and Smith [1] obtained the first operationally effective method. In the selection step, particles with small importance weight are eliminated, and particles with large importance weights are multiplied, i.e., subdivided into a number of offsprings. Formally, the empirical distribution at time step t ,

$$\hat{P}_N(d\theta_{1:t} | c_{1:t}) = \sum_{i=1}^N w_{1:t}^{(i)} \delta_{\theta_{1:t}^{(i)}}(d\theta_{1:t})$$

is approximated by an unweighted sum of Dirac measures (the offsprings)

$$P_N(d\theta_{1:t}|c_{1:t}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N N_t^{(i)} \delta_{\theta_{1:t}^{(i)}}(d\theta_{1:t})$$

where $N_t^{(i)}$, $i = 1, \dots, N$, are integers with $\sum_{i=1}^N N_t^{(i)} = N$. The integer $N_t^{(i)}$ is interpreted as the number of offsprings associated with particle $\theta_{1:t}^{(i)}$. Particles with $N_t^{(i)} = 0$ are eliminated, and the offsprings of the other particles are used in the next step. The surviving particles may be obtained by sampling N times from $\hat{P}_N(d\theta_{1:t}|c_{1:t})$, which is equivalent to sampling the particle $N_t^{(i)}$, $i = 1, \dots, N$ from a multinomial distribution. Due to the resampling, the initial importance weights in step t are set to $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = 1$, rather than $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = w_{1:t-1}^{(i)}$ used in Algorithm 2, which is summarized in Algorithm 3.

Algorithm 3 *Sequential Importance Sampling with Gordon's bootstrap filter, for computing sample $\theta_{1:T}^{(1)}, \dots, \theta_{1:T}^{(N)}$ from $p(\theta_{1:T}|c_{1:T})$.*

1. Initialization:

Given an importance sample $(\theta_1^{(i)}, w_1^{(i)})$ from $p(\theta_1)$, $i = 1, \dots, N$.

2. Time loop:

for $t = 2, 3, \dots, T$ **do**

for $i = 1, \dots, N$ **do**

 Sample I from $\{1, \dots, N\}$ with $p(I = j) = w_{1:t-1}^{(j)}$

 Sample $\tilde{\theta}_t^{(i)}$ from $q(\tilde{\theta}_t|\theta_{1:t-1}^{(I)}, c_{1:t})$, put $\theta_{1:t}^{(i)} = (\theta_{1:t-1}^{(I)}, \tilde{\theta}_t^{(i)})$

 Put $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = 1$

 Compute $\tilde{w}_{1:t}^{(i)}$ by (16)

 Compute $w_{1:t}^{(i)}$ for $i = 1, \dots, N$, by (13)

3.3 Pitt's and Shephard's modification of Gordon's bootstrap filter

There is a drawback in Gordon's bootstrap filter Algorithm 3, namely that the selection of particles that are transferred to time step t does not take new data c_t into account. If new data are not much in line with past data, we get a large number of realizations with small weights, i.e., a small effective sample size. To remedy this, Pitt and Shephard suggested that the selection step may depend on present data, by introducing new weights

$$v_{1:t-1}^{(i)} = v_{1:t-1}^{(i)}(c_t, \theta_{1:t-1})$$

in the selection step and modify Algorithm 3 accordingly, choosing the initial unscaled importance weight $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = w_{1:t-1}^{(i)} / v_{1:t-1}^{(i)}$ in step t , which gives Algorithm 4.

Algorithm 4 *Sequential Monte Carlo with Pitt's and Shephard's modification of Gordon's bootstrap filter, for computing sample $\theta_{1:T}^{(1)}, \dots, \theta_{1:T}^{(N)}$ from $p(\theta_{1:T} | c_{1:T})$.*

1. Initialization:

Given an importance sample $(\theta_1^{(i)}, w_1^{(i)})$ from $p(\theta_1)$, $i = 1, \dots, N$.

2. Time loop:

for $t = 2, 3, \dots, T$ **do**

for $i = 1, \dots, N$ **do**

Sample I from $\{1, \dots, N\}$ with $p(I = j) = v_{1:t-1}^{(j)}$

Sample $\tilde{\theta}_t^{(i)}$ from $q(\tilde{\theta}_t | \theta_{1:t-1}^{(I)}, c_{1:t})$, put $\theta_{1:t}^{(i)} = (\theta_{1:t-1}^{(I)}, \tilde{\theta}_t^{(i)})$

Put $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = w_{1:t-1}^{(i)} / v_{1:t-1}^{(i)}$

Compute $\tilde{w}_{1:t}^{(i)}$ by (16)

Compute $w_{1:t}^{(i)}$ for $i = 1, \dots, N$, by (13)

3.4 Hybrid SMC-MCMC algorithms

For the dispersion problem, measured data c_t depends on the entire parameter history $\theta_{1:t}$, and in this situation an SMC algorithm might be too rigid, since if new data c_t are not much in line with past data $c_{1:t-1}$, past parameter values should be modified to some extent. Otherwise we may get a large number of particles with small importance weights and hence a small effective sample size. Also, an SMC algorithm like Algorithm 4 needs an initial importance sample. MCMC may be used both for initialization and for perturbing the past parameter values at each time step in Algorithm 4, resulting in Algorithm 5.

4 An inverse dispersion simulation

We shall now apply the hybrid SMC-MCMC Algorithm 5 to estimate the location and release rates of an unknown source, given time series of measurements at a number of measurement sites. With some modifications the simulation follows [3].

Algorithm 5 *Hybrid SMC-MCMC with Pitt's and Shephard's modification of Gordon's bootstrap filter, initial MCMC with t_0 time steps, and SMC with MCMC perturbation, for computing sample $\theta_{1:T}^{(1)}, \dots, \theta_{1:T}^{(N)}$ from $p(\theta_{1:T}|c_{1:T})$.*

1. Initial MCMC with N_0 burn-in steps:

Choose initial values $\theta_{1:t_0}^{(-N_0)}$

for $i = -N_0 + 1, -N_0 + 2, \dots, -1, 0, 1, 2, \dots, N$ do

 Sample proposal $\tilde{\theta}_{1:t_0}$ from $q_1(\tilde{\theta}_{1:t_0}|\theta_{1:t_0}^{(i)}, c_{1:t_0})$

 Compute $\tilde{\alpha} = \alpha(\tilde{\theta}_{1:t_0}, \theta_{1:t_0}^{(i)})$ by (6) with $q = q_1$

 Sample u from $U[0, 1]$ and put $\theta_{1:t_0}^{(i+1)} = 1_{\{u \leq \tilde{\alpha}\}} \tilde{\theta}_{1:t_0} + 1_{\{u > \tilde{\alpha}\}} \theta_{1:t_0}^{(i)}$

Put $w_{1:t_0}^{(i)} = \frac{1}{N}$ for $i = 1, \dots, N$

2. SMC time loop:

for $t = t_0 + 1, t_0 + 2, \dots, T$ do

a. Pitt's and Shephard's weights:

for $i = 1, \dots, N$ do

 Choose $\hat{\theta}_t^{(i)}$ (may depend on $\theta_{1:t-1}^{(i)}$)

 Compute $\tilde{v}_{1:t-1}^{(i)} = p(c_t|\theta_{1:t-1}^{(i)}, \hat{\theta}_t^{(i)})$, the "heated likelihood".

Normalize: $v_{1:t-1}^{(i)} = \tilde{v}_{1:t-1}^{(i)} / \sum_{j=1}^N \tilde{v}_{1:t-1}^{(j)}$, for $i = 1, \dots, N$

b. Importance weights:

for $i = 1, \dots, N$ do

 Sample I from $\{1, \dots, N\}$ with $p(I = j) = v_{1:t-1}^{(j)}$

 Sample $\tilde{\theta}_t^{(i)}$ from $q(\tilde{\theta}_t|\theta_{1:t-1}^{(I)}, c_{1:t})$, put $\theta_{1:t}^{(i)} = (\theta_{1:t-1}^{(I)}, \tilde{\theta}_t^{(i)})$

 Put $\tilde{w}_{1:t-1}^{(i)} = w_{1:t-1}^{(i)} / v_{1:t-1}^{(i)}$

 Compute $\tilde{w}_{1:t}^{(i)}$ for $i = 1, \dots, N$, using (16)

Compute normalized $w_{1:t}^{(i)}$ for $i = 1, \dots, N$, using (13)

c. MCMC perturbation in B steps:

for $i = 1, \dots, N$ do

 Sample $I_i \in \{1, \dots, N\}$ with $p(I_i = j) = w_{1:t}^{(j)}$, put $\theta_{1:t}^{(i,0)} = \theta_{1:t}^{(i)}$

 for $j = 1, \dots, B$ do (MCMC Loop)

 Sample $\tilde{\theta}_{1:t}$ from $q_2(\tilde{\theta}_{1:t}|\theta_{1:t}^{(i,j-1)}, c_{1:t})$

 Compute $\hat{\alpha} = \alpha(\tilde{\theta}_{1:t}, \theta_{1:t}^{(i,j-1)})$ by (6) with $q = q_2$

 Sample $u \sim U[0, 1]$, put $\theta_{1:t}^{(i,j)} = 1_{\{\hat{\alpha} \leq u\}} \tilde{\theta}_{1:t} + 1_{\{\hat{\alpha} > u\}} \theta_{1:t}^{(i,j-1)}$

 Put $\theta_{1:t}^{(i)} = \theta_{1:t}^{(i,B)}$ and $w_{1:t}^{(i)} = 1/N$.

4.1 The setup

We assume that a single source is situated at a fixed location in space and releases an agent at piecewise constant rates over 10 minute time intervals. The simulation lasts for one hour, hence resulting in 6 time intervals, $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Without loss of generality, we place the source at the origin in a horizontal Cartesian coordinate system. Moreover, we assume that the source is situated 2 meters above the ground. We use an integrated Gaussian puff model described in section 5, so the dispersion model used in (4) is of the form

$$c(t, m_t, \theta_{1:t}) = \frac{\psi_t}{\Delta t}$$

where ψ_t is the time-integrated concentration between $t - 1$ and t , computed by the dispersion model, Algorithm 6 in section 5.1 below, and $\Delta t = 10$ minutes is the time of averaging used in the dispersion model (hence the time scaling in section 1 is chosen so that $t = 1$ corresponds to 10 minutes). We assume that the meteorological parameters (wind vector and stability parameters) are given (see below), and estimate the source parameters, which means that the parameter matrix to be estimated is

$$\theta_{1:6} = \begin{bmatrix} y^1 & y^1 & y^1 & y^1 & y^1 & y^1 \\ y^2 & y^2 & y^2 & y^2 & y^2 & y^2 \\ s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 \end{bmatrix} \quad (17)$$

where $y = (y^1, y^2)$ are the horizontal coordinates of the source (assumed time-independent) and s_t is the average release rate at time t . The release rates at the six time intervals are chosen as

$$s_{1:6} = (0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.1, 0).$$

Hence the true value of $\theta_{1:6}$ is

$$\theta_{1:6}^{\text{true}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.0 & 0.5 & 0.25 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

The sensors are supposed to be stationary, so the sensor location matrices $m_1, \dots, m_6$ are identical to a single sensor location matrix m , assumed to contain the y -coordinates of 5 randomly chosen sensor locations in the rectangular domain $[0, 1500] \times [-1500, 1500]$. The meteorological parameters for the integrated Gaussian puff model are chosen as in table 1.

Wind magnitude	$U = 1 \text{ m/s}$
Wind direction	$\hat{u} = (1, 0, 0)^T$
Effective release height	$H_{eff} = 2 \text{ m}$
Pasquill stability class	D, open area
Roughness length	$z_0 = 0.03 \text{ m}$

Table 1: Meteorological parameters used in the integrated Gaussian puff model, Algorithm 6

Synthetic data $c_{1:t}^{(k)}$ for the measurement sites $m^{(k)}$, $k = 1, \dots, M$ are sampled from the data model (4) using (18), where for $k = 1, \dots, M$, the random perturbation $\xi_{t'}^{(k)}$ is sampled from a truncated Gaussian distribution

$$\xi_{t'}^{(k)} \sim N(0, V(c(m^{(k)}, t', \theta_{1:t'}^{\text{true}})))|_{-c(m^{(k)}, t', \theta_{1:t'}^{\text{true}})}^{\infty}$$

where the variance function is given by

$$V(c) = (5 \cdot 10^{-10} + 0.2 c)^2 \quad (19)$$

This yields the synthetic data 5×6 -matrix $c_{1:6} = (c_1, \dots, c_6)$, with probability density

$$p(c_{1:t}|\theta_{1:t}) = \prod_{t'=1}^t \prod_{k=1}^5 \varphi(c_t^{(k)}; c(m^{(k)}, t), V(c(m^{(k)}, t)))|_0^{\infty}, \quad (20)$$

where

$$\varphi(c; \mu, V)|_0^{\infty} \text{ density of } N(\mu, V)|_0^{\infty} \quad (21)$$

In figure 1 the locations of the chosen measurement sites are shown, whereas figure 2 shows the true and synthetic data.

The hybrid SMC-MCMC Algorithm 5 is then applied to the synthetic data, with proposal probability densities specified below. The initial MCMC step is described in section 4.2, whilst the subsequent SMC loop with MCMC perturbation is described in section 4.3.

4.2 MCMC for $t = 2$

We choose $t_0 = 2$ for the initial MCMC sample in Algorithm 5, i.e., the sampling is done over the first two time steps. In view of (17) the posterior probability density $p(\theta_{1:2}|c_{1:2})$ to be sampled from is denoted by $p(y, s_{1:2}|c_{1:2})$.

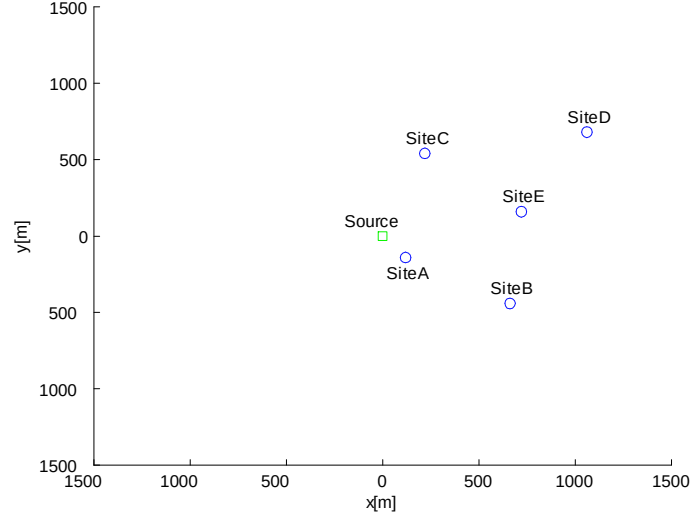


Figure 1: Locations of the 5 measurement sites. The axes labels are $x = y^1$, $y = y^2$. The wind direction is from the left.

As prior information of the characteristics of the source we have supposed the following. The single source is situated somewhere in the domain $[-800, 800] \times [-800, 800]$, with equal probability for each point, and begins to emit a given agent at either the first or the second time interval. If the time interval of first emission is denoted by t^* , the emission rate is given by the a priori release rate density

$$p(s_{1:2}) = \begin{cases} \varphi(s_1; 0, 20^2) \varphi(s_2; 0, 20^2) & \text{if } t^* = 1 \\ \varphi(s_2; 0, 20^2) & \text{if } t^* = 2 \end{cases}, \quad (22)$$

where φ is given by (21). The prior knowledge of the source emission rate thus is fairly weak.

The domain $[-800, 800] \times [-800, 800]$ is discretized into a square grid with 20 m separating nearest neighbours in each coordinate direction. Although this narrows the possibility to pinpoint the location of the source exactly, it reduces the computational need immensely, as will be explained shortly. The data distribution $p(c_{1:2}|y, s_{1:2})$ which appears in Bayes formula (5) for the conditional posterior distribution is chosen similar to the probability density of the data model (20) used for generating the synthetic data in , viz.

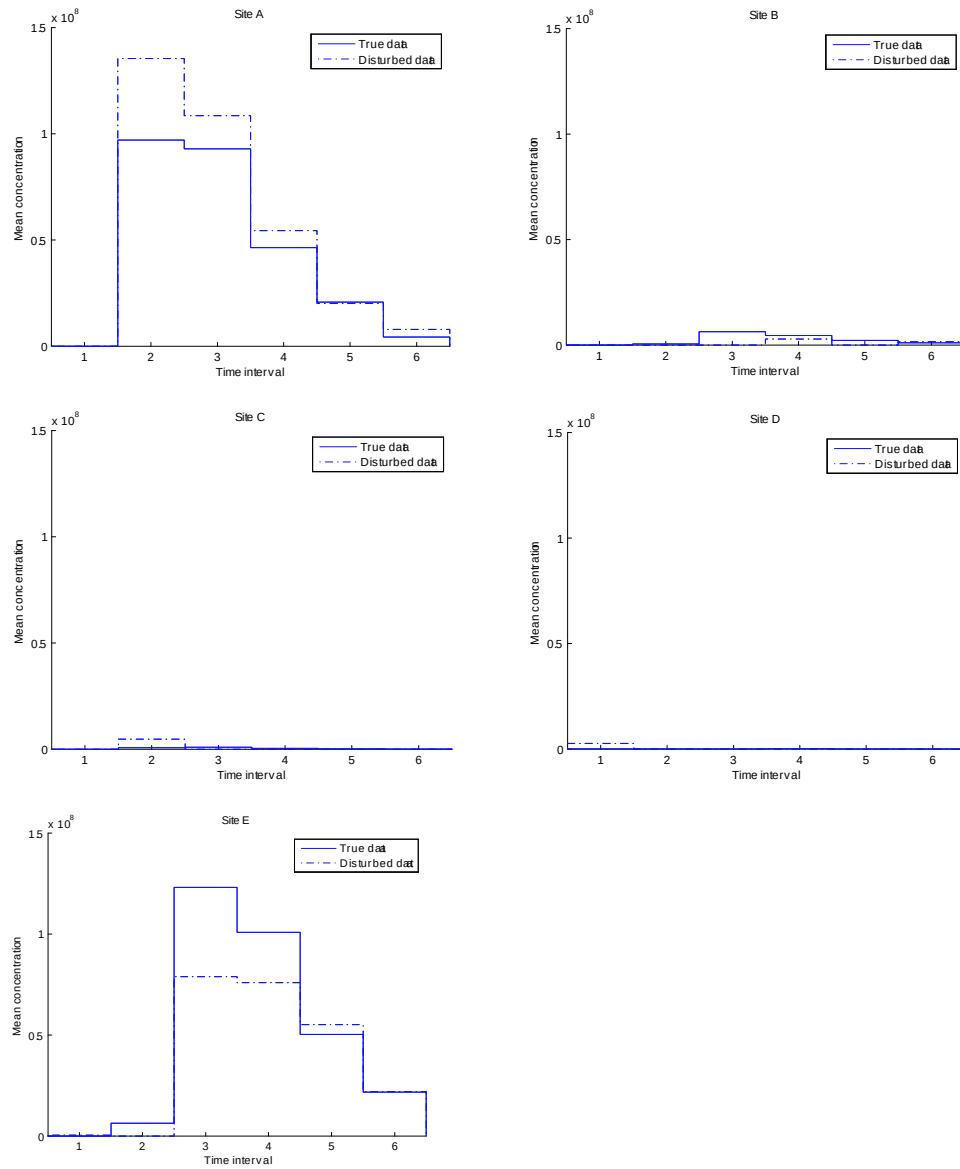


Figure 2: True and synthetic (randomly perturbed) data at the measruement sites A–E

$$p(c_{1:2}|y, s_{1:2}) = \prod_{t=1}^2 \prod_{j=1}^5 \varphi(c_t^{(j)}; \hat{c}(m^{(j)}, t; y, s_{1:2}), V_2(\hat{c}(m^{(j)}, t; y, s_{1:2})))|_0^\infty, \quad (23)$$

where

$$V_2(c) = (10^{-9} + 0.2 c)^2$$

and

$$\hat{c}(m, t; y, s_{1:2}) = \frac{c(m, t; y, s_{1:2})}{\int c(m, t; y, s_{1:2}) dm}$$

is the transition probability density for a source history $s_{1:t}$ released from the location y to end up at m at time t . This transition probability density is symmetric with respect to an interchange of source and receptor and a reversal of wind velocity, i.e., if $\hat{c}^*(m, t; y, s_{1:2})$ denotes the corresponding transition probability density with opposite wind direction (u replaced by $-u$) then

$$\hat{c}(m, t; y, s_{1:2}) = \hat{c}^*(y, t; m, s_{1:2})$$

Since the number of measurement site locations m is small, it is practical to compute $\hat{c}^*(y, t; m, s_{1:2})$ rather than $\hat{c}(m, t; y, s_{1:2})$, since the dispersion model is optimized for computing concentrations simultaneously for a large number of different spatial locations.

Since the measurement site locations are discretized, it suffices to calculate the transition probability density for a finite number of pairs (m, y) . This can be done in advance and stored in memory, for fast lookup in the MCMC calculation, thus eliminating the need to compute the concentration in (23) at every step in the MCMC loop, which leads to significant decrease in computation time.

The MCMC simulation is conducted as a random walk on the domain $(y^1, y^2, s_1, s_2) \in [-800, 800] \times [-800, 800] \times [0, \infty] \times [0, \infty]$ in parameter space. The proposal probability density $q(\tilde{y}, \tilde{s}_{1:2}|y^{(i)}, s_{1:2}^{(i)})$ at iteration i is defined by the following proposal sampling procedure. The proposal is a mixture of three subproposals, each with a probability 1/3, namely, change of source location $y^{(i)}$ only, change of release rates $s_{1:2}^{(i)}$ only and change of both location and release rates.

- A source location is proposed by sampling $d \in \{1, 3, 9\}$ with probability 2/7, 4/7, and 1/7 respectively, followed by sampling the location $\tilde{y}$ with uniform probability from the set

$$\{\tilde{y} = (\tilde{y}^1, \tilde{y}^2); |\tilde{y}^1 - y^{(i),1}|^2 \leq d, |\tilde{y}^2 - y^{(i),2}|^2 \leq d\},$$

taking remainder modulo the domain $D = [-800, 800] \times [-800, 800]$ if necessary, so that $\tilde{y} \in D$.

- A release rate $\tilde{s}_{1:2}$ is proposed by three subproposals, namely, change of time $t^* \in \{1, 2\}$ of first emission with probability $1/12$, change of nonzero release rates with probability $5/6$, and change of both with probability $1/12$.
 - Time of first emission can either increase from 1 to 2, in which case we set $\tilde{s}_{1:2} = (0, s_2^{(i)})$, or decrease from 2 to 1, in which case we sample $\tilde{s}_1$ from the truncated Gaussian distribution $N(0, 5^2)|_0^\infty$ and set $\tilde{s}_{1:2} = (\tilde{s}_1, s_2^{(i)})$.
 - Change of nonzero release rates $\tilde{s}_t$ are sampled from truncated Gaussian distributions $N(s_t^{(i)}, \tau_t^2)|_0^\infty$, where $\tau_t \in \{1, 3, 9\}$ with probability $2/7$, $4/7$, and $1/7$ respectively. The rates changed are determined by subproposals depending on t^* , namely
 - * If $t^* = 1$, we make the subproposals $\tilde{s}_{1:2} = (\tilde{s}_1, s_2^{(i)})$ and $\tilde{s}_{1:2} = (s_1^{(i)}, \tilde{s}_2)$, each with probability $1/4$, and $\tilde{s}_{1:2} = (\tilde{s}_1, \tilde{s}_2)$ with probability $1/2$.
 - * If $t^* = 2$, $\tilde{s}_{1:2} = (0, \tilde{s}_2)$

Given a proposal sample $(\tilde{y}, \tilde{s}_{1:2})$, the density $q_1(\tilde{y}, \tilde{s}_{1:2}|y^{(i)}, s_{1:2}^{(i)})$ is computed by multiplying the mixture probabilities and the density value for the realized probability density of the mixture, we omit the details here. The initial MCMC step in Algorithm 5 is performed with this proposal probability $q(\tilde{y}, \tilde{s}_{1:2}|y^{(i)}, s_{1:2}^{(i)})$ and the a priori and data probability densities $p(y, s_{1:2}) \propto p(s_{1:2})$ and $p(c_{1:2}|y, s_{1:2})$ given in (22) and (23).

The MCMC simulation consists of 6 Markov chains with 10000 samples each that are generated with initial source location chosen randomly from the set $[-800, 800] \times [-800, 800]$ and initial release rate $s_{1:2} = [0.1, 0.1]$. A burn-in period of 500 iterations is used, so the first 500 iterations are discarded. Samples of the conditional posterior probability density for the source location, $p(y|c_{1:2})$, (see figure 3) turns out to be rather scattered, but confined to the approximate domain $[-500, 100] \times [-500, 100]$.

The same chains estimated the probability of zero release during the first interval to be 0.9977 and 0.9974 respectively, which to a high degree corresponds to the truth. For the second time interval, the samples of the distribution for the source release rate, $p(s_2|c_{1:2})$, (see figure 4) do not differ largely from the prior distribution. There is, however, a slight shift towards smaller values of emission in agreement with the true value of s_2 being 1.0.

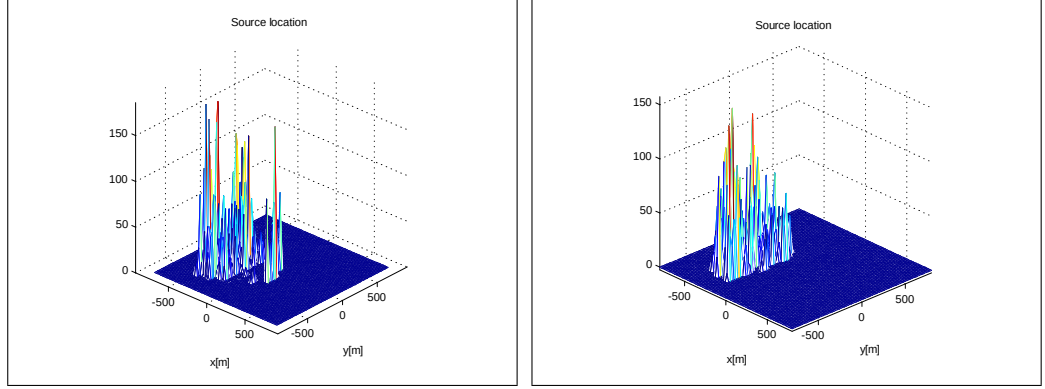


Figure 3: Samples of the conditional posterior probability density $p(y|c_{1:2})$ for the location of the source taken from MCMC simulations with initial point $(600, -540)$ (left) and $(-680, -120)$ (right). The axes labels are $x = y^1$, $y = y^2$. The samples are rather scattered. Note that none of the samples of the chain starting in $(-680, -120)$ (right) have pinpointed the true location of the source, $(0, 0)$.

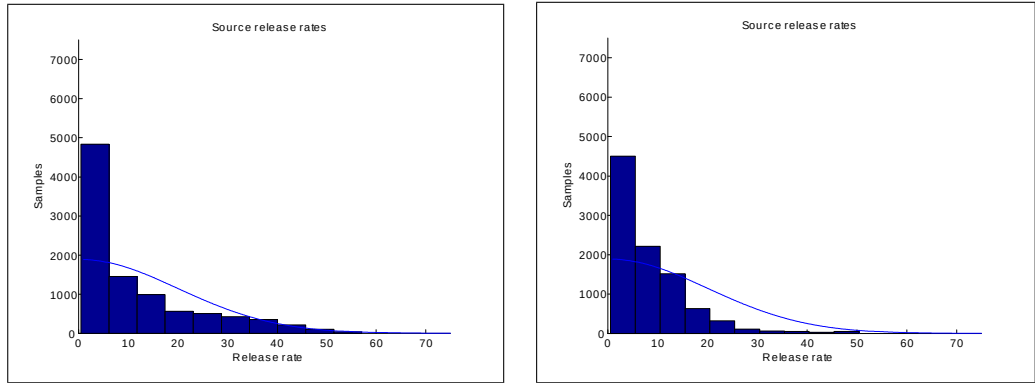


Figure 4: A sample of the conditional posterior probability density $p(s_2|c_{1:2})$ of the release rate at $t = 2$, taken from a MCMC with initial point $(600, -540)$ (left) and $(-680, -120)$ (right), compared to the prior density (solid curve). Notice the shift towards smaller values, compared to the prior density, consistent with the true release rate, $s_2 = 1.0$.

The acceptance ratios for all 6 chains were found to be 20 – 25 %. This is fairly low but inevitable since in order to avoid getting stuck at a point in parameter space with low posterior probability, we have chosen a rather high variance in the release rate proposals and rather large step sizes in the source location random walk.

4.3 SMC for $t = 3 - 6$

Using the latter two thirds of each of 6 different MCMC chains in the initial MCMC step in the hybrid MCMC–SMC Algorithm 5, we compose a single sample with 40002 elements to be used in the SMC simulation during time intervals 3 to 6 in the Algorithm 5, where 20 MCMC perturbations is used in each time step.

The prior, proposal and data distributions used are as follows. The conditional prior density used in the prediction step (7) is chosen to

$$p(y_t, s_t | y_{t-1}, s_{1:t-1}, c_{1:t-1}) = \begin{cases} \varphi(s_t; 0, 20^2) |_0^\infty & \text{if } y_t = y_{t-1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

that is, it is as vague as for the MCMC simulation and incorporates no information of previous release rates $s_{1:t-1}$ or data $c_{1:t-1}$ whatsoever.

Similarly, the conditional proposal distribution in (14) is chosen to

$$q(y_t, s_t | y_{t-1}, s_{1:t-1}) = \begin{cases} \varphi(s_t; s_{t-1}, 10^2) |_0^\infty & \text{if } y_t = y_{t-1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

so the proposed release rate at time t is generated as a truncated Gaussian perturbation of the release rate at time $t - 1$, and no change in location is proposed in the SMC proposal step, as expected from our model. The data model probability density (4) is chosen

$$p(c_t | y, s_{1:t}) = \prod_{j=1}^5 \varphi(c_t^{(j)}; \widehat{c}(m^{(j)}, t), V_2(\widehat{c}(m^{(j)}, t)) |_0^\infty,$$

similar to (23) used in the initial MCMC step. The "typical value" in the computation of $\widehat{v}_{t-1}^{(i)}$ in Algorithm 5 is chosen to $\widehat{s}_t^{(i)} = 0$. The sample size is chosen to $N = 40002$, and the number of MCMC perturbation steps is set to $B = 20$.

The proposal probability density q_2 in the MCMC perturbation step is a slight modification of the proposal density q_1 used in the initial MCMC sampling for the first two timesteps. At each perturbation the probabilities for making a new proposal for the location of the source a new proposal for the source release rate and new proposal for both were changed to 1/6, 4/6,

and $1/6$ respectively, thus, in agreement with the estimate of the source location getting increasingly accurate as more information is available, reducing the probability of changing the source location.

A change in source location is conducted in exactly the same manner as for the first two timesteps. When changing the source release rate, we will change the release rate at the present time interval with probability $1/4$, the release rate of the previous time interval with probability $1/2$ and the release rate of the time interval before that with probability $1/4$. Imbedded in these choices of probabilities is the assumption that the release rates at the previous time interval will have the largest impact on the concentrations at the present time interval. The new release rate at time t' is chosen according to the distribution $N(s_{t'}^i, \sigma_{t'}^2)|_0^\infty$, where $s_{t'}^i$ is the current release rate of sample i at time t' and $\sigma_{t'}^2$ is proportional to the empirical variation of the release rates of the entire sample, that is

$$\sigma_{t'}^2 = \max(0.1^2, 0.75 \cdot \{\text{the empirical variation of } \{s_{t'}^i; i = 1, \dots, 40002\}\}).$$

Turning to the result of the SMC simulation, we first consider the estimates of the location of the source. In Figure 5 we can see samples of the distributions $p(y|c_{1:t})$ for $t = 3, \dots, 6$. As expected the distributions narrows and appear to converge to the origin.

Instead regarding the estimates of the source release rates, we see that after the SMC calculation for $t = 3$ (see figure 6) the emission rate at the first and second time intervals are fairly well predicted, but not much is known about the emission rate at the third, present, time interval.

This pattern then continues during the following time intervals. After $t = 4$ (see figure 7) the third release rate is now known with some accuracy and the estimate of the release rate during the second time interval has become even better, but the estimate of the release rate for the present time interval is poor.

Similar results are obtained for for $t = 5$ and $t = 6$.

5 Integrated Gaussian puff dispersion model

In this section, a dispersion model for time-varying, continuous releases is developed, based on a common Gaussian puff model for instantaneous releases, valid under horizontally homogeneous conditions.

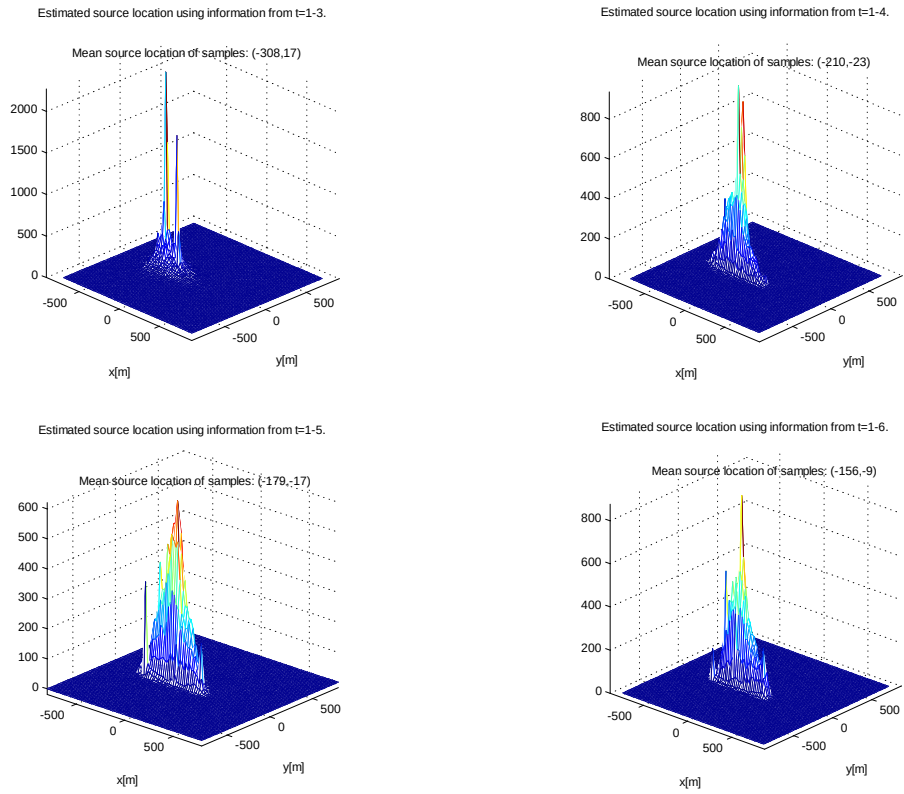


Figure 5: Samples of the conditional posterior probability density $p(y|s_{1:t})$ for $t = 3$ (top left), $t = 4$ (top right), $t = 5$ (bottom left) and $t = 6$ (bottom right). The sample means of the location for $t = 3, 4, 5, 6$ are $(-308, 17)$, $(-210, -23)$, $(-179, 17)$ and $(-156, 9)$, respectively, giving estimates of increasing accuracy for the true source location $(0, 0)$.

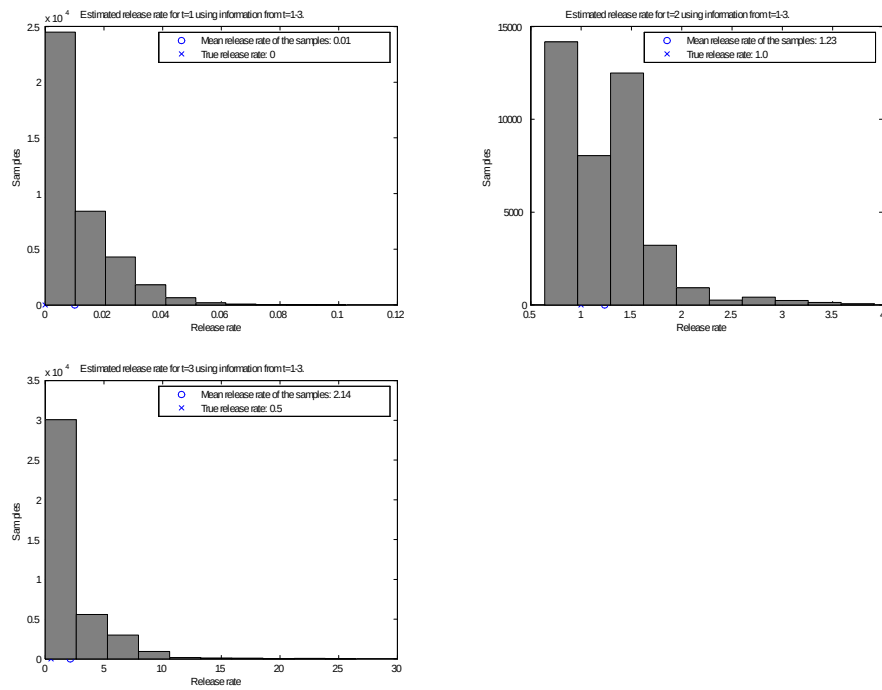


Figure 6: Histograms for SMC samples from the conditional posterior probability $p(s_1|c_{1:3})$ (top left), $p(s_2|c_{1:3})$ (top right) and $p(s_3|c_{1:3})$ (bottom left). The sample averages give good predictions for the true values at $t = 1$ and $t = 2$, but less accurate prediction for $t = 3$.

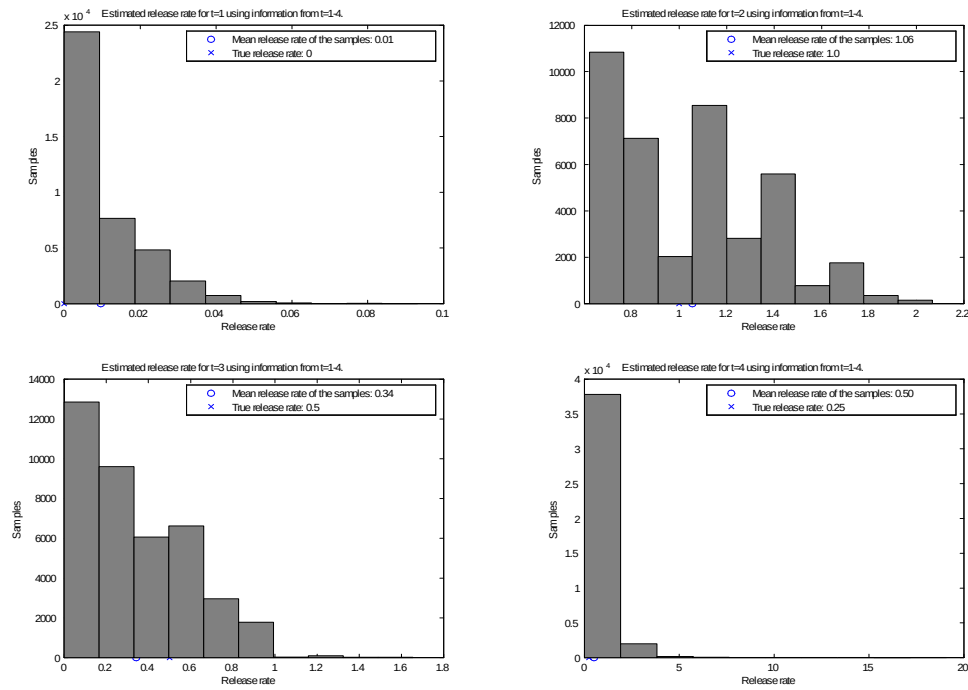


Figure 7: Histograms for SMC samples from the conditional posterior probability $p(s_1|c_{1:4})$ (top left), $p(s_2|c_{1:4})$ (top right), $p(s_3|c_{1:4})$ (bottom left) and $p(s_4|c_{1:4})$ (bottom right). The sample averages give good predictions for the true values at $t = 1$, $t = 2$ and $t = 3$, but less accurate prediction for $t = 4$, similar to figure 6..

5.1 Gaussian puff models

Gaussian puff dispersion models are among the simplest models for instantaneous releases of pollutants in the atmosphere, valid under horizontally homogeneous conditions, not taking into account deposition and redispersion on ground. The pollutant concentration is then modelled by a sum of time dependent Gaussian densities, of the form

$$c_{t_0}(t, x) = 1_{\{t \geq t_0\}} \sum_{i=1}^N \frac{\mu_i}{(2\pi)^{3/2} \det \sigma_i(t - t_0)} \exp \left(- (x - x_{0i} - u(t - t_0))^T (\sigma_i(t - t_0))^{-1} (x - x_{0i} - u(t - t_0)) \right)$$

The concentration is which is determined by the release time t_0 and a number of virtual sources (usually $N = 2$) with masses μ_i , positions $x_{0i} \in \mathbb{R}^3$, $i = 1, \dots, N$ and time-dependent matrices $\sigma_i(t - t_0) \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ and the horizontal wind vector u . In particular, the initial concentration of the release is

$$c_{t_0}(t_0, x) = \sum_{i=1}^N \frac{\mu_i}{(2\pi)^{3/2} \det \sigma_i(0)} \exp \left(- (x - x_{0i})^T (\sigma_i(0))^{-1} (x - x_{0i}) \right)$$

For a single physical source, a model with two virtual sources is applied, with

$$\begin{aligned} \sigma_1(s) &= \sigma_2(s) = \sigma_x(x_{x0} + Us)\hat{u} \otimes \hat{u} + \sigma_y(x_{y0} + Us)\bar{u} \otimes \bar{u} + \sigma_z(x_{z0} + Us)\hat{z} \otimes \hat{z} \\ \mu_1 &= -\mu_2 = \mu \\ x_{01} &= H_{eff}\hat{z} \\ x_{02} &= -H_{eff}\hat{z} \end{aligned}$$

where

- U is the wind magnitude
- $\hat{u}$ is the the horizontal wind direction, a unit vector parallell to u ,
- $\bar{u}$ is a horizontal unit vector perpendicular to $\hat{u}$
- $\hat{z}$ is the vertical upward unit vector, perpendicular to $\hat{u}$
- H_{eff} is the effective release height
- x_{x0} , x_{y0} , x_{z0} are positive real numbers, defining the initial shape of the cloud

and

$$\begin{aligned}\sigma_x(x) &= \sigma_y(x) = \frac{a_y x}{(1 + b_y x)^{\gamma_y}} K_{rp} \\ \sigma_z(x) &= \frac{a_z x}{(1 + b_z x)^{\gamma_z}} K_{rp}\end{aligned}$$

with different constants $a_y, b_y, \gamma_y, a_z, b_z, \gamma_z$ depending on the Pasquill stability class, according to table 2 for open areas, and table 3 for urban areas, and K_{rp} taking into account the ground roughness according to

$$\begin{aligned}K_{rp} &= \left(\frac{z_0}{z_{03}} \right)^{0.2} \text{ for open areas} \\ K_{rp} &= 1 \text{ for urban areas}\end{aligned}$$

where z_0 is the roughness length of the ground and $z_{03} = 0.03[m]$ is the reference roughness length.

Class	a_y	b_y	γ_y	a_z	b_z	γ_z
A	0.22	0.0001	0.5	0.20	0	0
B	0.16	0.0001	0.5	0.12	0	0
C	0.11	0.0001	0.5	0.08	0.0002	0.5
D	0.08	0.0001	0.5	0.06	0.0015	0.5
E	0.06	0.0001	0.5	0.03	0.0003	1
F	0.04	0.0001	0.5	0.016	0.0003	1

Table 2: Pasquill parameters for open areas

Class	a_y	b_y	γ_y	a_z	b_z	γ_z
A	0.32	0.0004	0.5	0.24	0.001	-0.5
B	0.32	0.0004	0.5	0.24	0.001	-0.5
C	0.22	0.0004	0.5	0.20	0	0
D	0.16	0.0004	0.5	0.14	0.0003	0.5
E	0.11	0.0004	0.5	0.08	0.0015	0.5
F	0.11	0.0004	0.5	0.08	0.0015	0.5

Table 3: Pasquill parameters for urban areas

Note that by definition, $\hat{u}$, $\bar{u}$ and $\hat{z}$ is an orthonormal basis, and hence

$$\begin{aligned}\sigma_j(s)^{-1} &= \\ &\sigma_x(x_{x0} + Us)^{-1} \hat{u} \otimes \hat{u} + \sigma_y(x_{y0} + Us)^{-1} \bar{u} \otimes \bar{u} + \sigma_z(x_{z0} + Us)^{-1} \hat{z} \otimes \hat{z}\end{aligned}$$

5.2 Integrated Gaussian puff model

To obtain a model for a time-varying release rate we use the instantaneous release model in section 5.1 to model a continuous release with a time dependent source strength. Infinitesimal virtual releases $\mu_i = s_i(t_0)dt_0$ at time t_0 gives an infinitesimal contribution to the total concentration $c(t, x)$

$$dc_{t_0}(t, x) = 1_{\{t \geq t_0\}} \sum_{i=1}^N \frac{s_i(t_0)dt_0}{(2\pi)^{3/2} \det \sigma_i(t - t_0)} \exp \left(- (x - x_{0i} - u(t - t_0))^T (\sigma_i(t - t_0)) (x - x_{0i} - u(t - t_0)) \right)$$

Defining the "Green functions"

$$c_i(t, x) = \frac{1_{\{t \geq 0\}} \exp \left(- (x - x_{0i} - ut)^T (\sigma_i(t)) (x - x_{0i} - ut) \right)}{(2\pi)^{3/2} \det \sigma_i(t)} \quad (24)$$

we have

$$dc_{t_0}(t, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N c_i(t - t_0, x) s_i(t_0) dt_0$$

A continuous release with virtual source strengths $s_i(t)$ starting at time t_0 , is a continuous sum (integral) of infinitesimal instantaneous virtual releases of mass $\mu_i = s_i(\tau)d\tau$ at time τ , and the total concentration at time t is obtained by superposition,

$$c(t, x) = \int_{t_0}^t dc_{\tau}(t, x) = \sum_{i=1}^N \int_{t_0}^t c_i(t - \tau, x) s_i(\tau) d\tau$$

We want to compute time averages over intervals $[t_1, t_2]$ with

$$t_0 \leq t_1 < t_2,$$

which means evaluating double integrals of the form

$$\psi(t_0, t_1, t_2, x) = \int_{t_1}^{t_2} c(t, x) dt = \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} dt \int_{t_0}^t c_i(t - \tau, x) s_i(\tau) d\tau \quad (25)$$

To obtain a computationally effective model, we must optimize the computation of the double integrals, which is done in the remaining part of this section, resulting in Algorithm 6. Changing the order of integration in (25) we get

$$\psi(t_0, t_1, t_2, x) = \sum_{i=1}^N \int_{t_0}^{t_1} d\tau s_i(\tau) \int_{t_1}^{t_2} c_i(t - \tau, x) dt + \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} d\tau s_i(\tau) \int_{\tau}^{t_2} c_i(t - \tau, x) dt$$

Making the change of variables

$$t' = t - \tau$$

in the inner integral, we get

$$\psi(t_0, t_1, t_2, x) = \sum_{i=1}^N \int_{t_0}^{t_1} d\tau s_i(\tau) \int_{t_1-\tau}^{t_2-\tau} c_i(t', x) dt' + \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} d\tau s_i(\tau) \int_0^{t_2-\tau} c_i(t', x) dt'$$

Introducing a time grid

$$t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n$$

and assuming a constant release rate on each interval, i.e.,

$$s_i(\tau) = s_{i,j} \text{ if } t_{j-1} < \tau \leq t_j \quad (26)$$

we obtain

$$\begin{aligned} \psi(t_0, t_{n-1}, t_n, x) &= \sum_{i=1}^N \int_{t_0}^{t_{n-1}} d\tau s_i(\tau) \int_{t_{n-1}-\tau}^{t_n-\tau} c_i(t', x) dt' \\ &\quad + \sum_{i=1}^N \int_{t_{n-1}}^{t_n} d\tau s_i(\tau) \int_0^{t_n-\tau} c_i(t', x) dt' \\ &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n-1} s_{i,j} \left[\int_{t_{j-1}}^{t_j} (C_i(t_n - \tau, x) - C_i(t_{n-1} - \tau, x)) d\tau \right] \\ &\quad + \sum_{i=1}^N s_{i,n} \int_{t_{n-1}}^{t_n} C_i(t_n - \tau, x) d\tau \end{aligned}$$

where

$$C_i(t, x) = \int_0^t c_i(t', x) dt'$$

In the special case $n = 1$, we have

$$\begin{aligned} \psi(t_0, t_0, t_1, x) &= \sum_{i=1}^N \int_{t_0}^{t_1} d\tau s_i(\tau) \int_0^{t_1-\tau} c_i(t, x) dt \\ &= \sum_{i=1}^N s_{i,1} \int_{t_0}^{t_1} C_i(t_1 - \tau, x) d\tau \end{aligned}$$

Moreover, introducing notation for the integrals

$$I_{i,j,n} \equiv \int_{t_{j-1}}^{t_j} C_i(t_n - \tau, x) d\tau$$

for $j = 1, \dots, n$, we obtain

$$\psi(t_0, t_{n-1}, t_n, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n-1} q_{i,j} (I_{i,j,n} - I_{i,j,n-1}) + q_{i,n} I_{i,n,n}$$

and in the special case $n = 1$,

$$\psi(t_0, t_0, t_1, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N q_{i,1} I_{i,1,1}$$

The integrals $I_{i,j,n}$ may be computed by reversing the order of integration

$$\begin{aligned} I_{i,j,n} &\equiv \int_{t_{j-1}}^{t_j} d\tau \int_0^{t_n - \tau} c_i(t', x) dt' \\ &= \int_0^{t_n - t_j} ds \, c_i(t, x) \int_{t_{j-1}}^{t_j} d\tau + \int_{t_n - t_j}^{t_n - t_{j-1}} dt' \, c_i(t', x) \int_{t_{j-1}}^{t_n - t'} d\tau \\ &= (t_j - t_{j-1}) C_i(t_n - t_j, x) + \int_{t_n - t_j}^{t_n - t_{j-1}} (t_n - t_{j-1} - t') c_i(t', \mathbf{x}) dt' \\ &= (t_n - t_{j-1}) C_i(t_n - t_{j-1}, x) - D_i(t_n - t_{j-1}, x) \\ &\quad - (t_n - t_j) C_i(t_n - t_j, x) + D_i(t_n - t_j, x) \end{aligned}$$

where

$$D_i(t, x) \equiv \int_0^t t' c_i(t', x) dt'$$

Introducing the matrix notation

$$\begin{aligned} C_{i,j,n} &= C_i(t_n - t_j) \\ D_{i,j,n} &= D_i(t_n - t_j) \\ T_{j,n} &= t_n - t_j \end{aligned}$$

for $j = 0, \dots, n$ we have

$$I_{i,j,n} = T_{j-1,n} C_{i,j-1,n} - D_{i,j-1,n} - (T_{j,n} C_{i,j,n} - D_{i,j,n})$$

for $j = 1, \dots, n$. Assuming a uniform temporal grid

$$t_j = t_0 + j\Delta t, \tag{27}$$

for $j = 0, \dots, n$ we have additional symmetries, which simplifies the computations. Introducing

$$T_j = t_j - t_0 = j\Delta t$$

for $j = 0, \dots, n$ we have

$$\begin{aligned} T_{j,n} &= T_{n-j} \equiv (n-j)\Delta t \\ C_{i,j,n} &= C_{i,n-j} \equiv C_i(T_{n-j}) \\ D_{i,j,n} &= D_{i,n-j} \equiv D_i(T_{n-j}) \end{aligned}$$

for $j = 0, \dots, n$ and

$$I_{i,j,n} = I_{i,n-j+1} \equiv T_{n-j+1}C_{i,n-j+1} - D_{i,n-j+1} - (T_{n-j}C_{i,n-j} - D_{i,n-j})$$

for $j = 1, \dots, n$ and finally

$$\psi(t_0, t_{k-1}, t_k, x) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k-1} q_{i,j} (I_{i,k-j+1} - I_{i,k-j}) + q_{i,k} I_{i,1}$$

for $k = 1, \dots, n$. The computationally demanding parts are the numerical integrations required in the computation of $C_{i,n-j}$ and $D_{i,n-j}$. These may also be computed recursively,

$$\begin{aligned} C_{i,1} &= \int_0^{T_1} c_i(t', x) dt' \\ C_{i,j} &= \int_0^{T_j} c_i(t', x) dt' = C_{i,j-1} + \int_{T_{j-1}}^{T_j} c_i(t', x) dt', \quad j = 2, \dots, n \\ D_{i,1} &= \int_0^{T_1} t' c_i(t', x) dt' \\ D_{i,j} &= \int_0^{T_j} t' c_i(t', x) dt' = D_{i,j-1} + \int_{T_{j-1}}^{T_j} t' c_i(t', x) dt', \quad j = 2, \dots, n \end{aligned}$$

We obtain the following algorithm for computing $\psi(t_0, t_{k-1}, t_k, x)$, $k = 1, \dots, n$, $n \geq 2$.

Algorithm 6 *Integrated Gaussian puff dispersion model*
for computation of time-integrated concentrations $\psi_k = \psi(t_0, t_{k-1}, t_k, x)$ defined by (25), for $k = 1, \dots, n$, $n \geq 2$ and a uniform temporal grid (27), given constant release rates (26).

```

for  $i = j, \dots, n$  do
     $T_j \leftarrow j\Delta t$ 
for  $i = 1, \dots, N$  do
     $C_{i,1} \leftarrow \int_0^{T_1} c_i(t', x) dt'$  with  $c_i$  given by (24)
     $D_{i,1} \leftarrow \int_0^{T_1} t' c_i(t', x) dt'$  with  $c_i$  given by (24)
     $I_{i,1} \leftarrow T_1 C_{i,1} - D_{i,1}$ 
for  $j = 2, \dots, n$  do
     $C_{i,j} \leftarrow C_{i,j-1} + \int_{T_{j-1}}^{T_j} c_i(t', x) dt'$ 
     $D_{i,j} \leftarrow D_{i,j-1} + \int_{T_{j-1}}^{T_j} t' c_i(t', x) dt'$ 
     $I_{i,j} \leftarrow T_j C_{i,j} - D_{i,j} - (T_{j-1} C_{i,j-1} - D_{i,j-1})$ 
 $\psi_1 \leftarrow \sum_{i=1}^N s_{i,1} I_{i,1}$ 
for  $k = 2, \dots, n$  do
     $\psi_k \leftarrow \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{k-1} s_{i,j} (I_{i,k-j+1} - I_{i,k-j}) + s_{i,k} I_{i,1}$ 

```

6 Some basic facts from probability theory

In this section, we explain the some notation and recall some basic facts on conditional probability densities. Consider vector-valued random variables $x, y, z, \dots, w, \dots$ with joint probability density $p(x, y, \dots, w, \dots)$, i.e., the probability of the event $(x, y, z, \dots, w, \dots) \in A$ is

$$\int_A p(x, y, z, \dots, w, \dots) dx dy \dots dw \dots$$

We use a slight abuse of notation here, using the same letters to denote the random variable x , which is a function from the probability space Ω to $\mathbb{R}^d$, with the corresponding coordinate $x \in \mathbb{R}^d$ used in the probability densities. Assuming that denominators are nonzero everywhere, conditional probability densities are defined as

$$p(x, y, z, \dots | w, \dots) \equiv \frac{p(x, y, z, \dots, w, \dots)}{p(w, \dots)}$$

$$p(x, z, \dots | y, w, \dots) = \frac{p(x, y, z, \dots, w, \dots)}{p(y, w, \dots)}$$

etc., where the marginalized probability density $p(y, w, \dots)$, $p(w, \dots)$ etc. of $p(x, y, z, \dots, w, \dots)$ are defined by integrating out the variables in the joint

pdf which are not present in the variable list, i.e,

$$\begin{aligned} p(y, w, \dots) &= \int p(x, y, z, \dots, w, \dots) dx dz \dots \\ p(w, \dots) &= \iint p(x, y, z, \dots, w, \dots) dx dy dz \dots \end{aligned}$$

Consequently, we have

$$p(x, z, \dots | w, \dots) = \int p(x, y, z, \dots | w, \dots) dy \quad (28)$$

Here we use another abuse of notation, that $p(x, y, z, \dots, w, \dots)$, $p(y, w, \dots)$ etc. denotes different functions; hence the probability density functions are identified not only by the function name p , but by the sequence of variable names as well. A strict but more cumbersome notation would be to denote the random variables by capital letters $X, Y, Z, \dots W, \dots$ and denote the corresponding joint probability density functions $p(x, y, z, \dots, w, \dots)$ by $p_{X,Y,Z,\dots,W,\dots}(x, y, z, \dots, w, \dots)$ and denote for example the conditional probability density function $p(x, z, \dots | y, w, \dots)$ by $p_{X,Z,\dots|Y,W,\dots}(x, z, \dots | y, w, \dots)$. We have the following basic *law of conditional probability*

$$p(x, y, z, \dots | w, \dots) = p(x, z, \dots | y, w, \dots) p(y | w, \dots) \quad (29)$$

or, equivalently, a general form of *Bayes formula*

$$p(x, z, \dots | y, w, \dots) = \frac{p(x, y, z, \dots | w, \dots)}{p(y | w, \dots)} \quad (30)$$

These formulas are almost immediate from the definitions:

$$\begin{aligned} p(x, y, z, \dots | w, \dots) &= \frac{p(x, y, z, \dots, w, \dots)}{p(w, \dots)} \\ &= \frac{p(x, y, z, \dots, w, \dots)}{p(y, w, \dots)} \frac{p(y, w, \dots)}{p(w, \dots)} \\ &= p(x, z, \dots | y, w, \dots) p(y | w, \dots) \end{aligned}$$

7 Conclusions

We have demonstrated that a hybrid SMC-MCMC method is feasible for inverse modeling with respect to an integrated Gaussian puff model for a continuous point source with time-dependent release rate. A prototype implementation in Matlab is still too slow to be operationally feasible (the

execution time for the simulation presented here is on the timescale of a day or two on a single cpu), but we believe there is a large potential for optimization, exploiting the inherent parallelism in the SMC algorithm, and the choices of parameters and proposal distributions. This will be investigated further.

Two obvious generalizations of the present simulation is to incorporate the possibility of several, and moving, sources instead of the single, fixed source considered here. It would also be interesting to compare different importance sampling techniques and dispersion models with respect to parameter convergence. Furthermore a more general model must take into account effects of deposition and secondary emission and, if the simulation is to be used for larger-scale dispersion, the effect of meteorological phenomena such as three-dimensional variations in wind velocity and direction and thermal stratification.

Furthermore, the sampled posterior probability densities can be used to estimate parameter uncertainties (variances), and be combined with methods from optimal experimental design to develop methods for optimal allocation of sensor resources.

References

- [1] Arnaud Doucet, Nando de Freitas, and Neil Gordon. *Sequential Monte Carlo Methods in Practice*. Springer, 2001.
- [2] Ian G. Enting. *Inverse Problems in Atmospheric Constituent Transport*. Cambridge University Press, 2002.
- [3] G. Johannesson, B. Hanley, and J. Nitao. Dynamic Bayesian models via Monte Carlo – an introduction with examples. Technical Report UCRL-TR-207173, Lawrence Livermore National Laboratory, 2004.
- [4] Christian P. Robert and George Casella. *Monte Carlo Statistical Methods*. Springer, 1999.

Tabeller Krav på testbädden

Tabell 6.1 Krav på funktioner i testbädden

Bet.	Kravformulering	Förklaring och motivering	Ref.
F1	Heterogena delsystem måste kunna kopplas samman.	För att sammanfoga alla olika delar måste testbädden tillhanda-hålla en viss struktur som fungerar som ett klister mellan dessa. Eftersom delarna sinsemellan är mycket olika måste delsystemen vara löst sammanhängande och kunna utvecklas var för sig.	T1
F2	Data av olika slag, inklusive multimedia, måste kunna utbytas mellan delsystemen.	Testbädden måste utformas så att data av olika slag kan överföras mellan olika delar i systemet. Konventioner och format behöver definieras liksom möjligheten att hantera olika vokabulär (t.ex. NATO-begrepp).	T1
F3	Olika delsystem måste kunna startas och stoppas oberoende av varandra.	Inslaget av externa system och gränssytor mot användare innebär att testbädden måste ha denna typ av flexibilitet för att bli tillräckligt robust.	T2, T3, T4
F4	Existerande modeller och beräkningar måste kunna utnyttjas.	Det finns idag ett stort antal modeller och beräkningspaket av betydelse för att hantera NBC-händelser. Dessa måste kunna integreras i så stor utsträckning som det är önskvärt och tekniskt möjligt.	T5
F5	Nya modeller, beräkningar och andra typer av komponenter måste kunna läggas till.	Det går inte idag att förutse exakt vilka komponenter som behövs i demonstratorn. Genom att utforma testbädden så att det går att lägga till nya delar blir den tillräckligt flexibel för att svara mot nya och förändrade behov.	T2, T3, T4
F6	Information måste kunna hämtas från externa källor.	Det finns idag ett stort och växande antal källor som kan skapa värde i ett NBC-ledningssystem. Det är viktigt att testbädden inte begränsar möjligheten att ansluta externa källor av olika slag.	T6
F7	Nya externa källor måste kunna läggas till.	Testbädden måste vara öppen för att kunna ansluta nya intressanta källor i framtiden, eller att möta nya behov.	T2, T3, T4
F8	Information måste kunna lämnas till externa system.	Kunskap och information som genereras i NBC-ledningssystemet måste kunna exporteras till och användas i olika externa system.	T7
F9	Nya externa system måste kunna läggas till.	Hur behoven kommer att se ut och exakt vilka system som ska kunna anslutas är inte känt idag.	T2, T3, T4
F10	Interaktion med användare i olika roller måste möjliggöras.	Beslut med underlag i form av NBC-information eller med konsekvenser för NBC-hantering kommer att fattas av människor. Användarmedverkan vid utvecklingen är av största vikt.	T12
F11	Information från olika källor måste kunna fusioneras.	Information från heterogena externa källor måste kunna värderas, fusioneras och aggregeras för att fungera som underlag i beslutsstödskedjan.	T1, T6

Tabell 6.2 Krav på användbarhet i testbädden

Bet.	Kravformulering	Förklaring och motivering	Ref.
A1	En viss konfiguration av demonstratorn måste kunna förberedas och sparas.	Vid demonstrationer måste det vara möjligt att beskriva konfigurationen av maskiner och komponenter i förväg och att återanvända en sparad konfiguration.	T8, T10
A2	Exekveringen av en instans av demonstratorn måste kunna startas och avslutas från en arbetsstation.	Även om flera datorer på flera platser används i en demonstration, måste det vara möjligt att styra den från en valfri plats.	T11
A3	Demonstratorn ska kunna exekveras på konventionella persondatorer under Windows 2000/XP och efterföljare.	Detta underlättar såväl utveckling som handhavande vid demonstrationer.	T9
A4	Testbädden måste stödja utveckling av nya komponenter.	Utveckling och test av nya komponenter måste kunna ske oberoende av andra komponenter.	T8,T9, T10

Tabell 6.3 Krav på tekniska tjänster i testbädden

Bet.	Kravformulering	Förklaring och motivering	Ref.
T1	Ett protokoll för utbyte av data mellan löst kopplade, heterogena komponenter.	Eftersom komponenterna inte utformas tillsammans, måste det finnas ett protokoll för att byta information mellan godtyckliga komponenter. Detta protokoll måste definiera språk, format och mekanismer för informationsutbytet.	F1, F2, F11
T2	En mekanism som håller reda på vilka komponenter som finns i systemet.	I ett löst kopplat system kommer olika tjänster att starta och stanna dynamiskt. Därför finns det behov av att dynamiskt kunna ta reda på vilka tjänster som är aktiva vid ett visst tillfälle.	F3,F4, F5,F7, F9
T3	En mekanism så att komponenter kan beskriva de funktioner de kan utföra.	Det kan finnas flera tjänster som kan utföra en viss funktion. Precision och kvalitet kan dock variera. Därför måste tjänster vara självbeskrivande.	F3,F4, F5,F7, F9
T4	En mekanism för att söka efter komponenter med viss funktion.	När en tjänst startar och behöver data av ett visst slag (till exempel sensordata eller förbandsinformation) måste den kunna finna källor som kan förse den med dessa data.	F3,F4, F5,F7, F9
T5	Ett enhetligt sätt att kapsla in existerande beräkningar och modeller.	Befintliga system som uppdateras och kapslas in måste förse med gränssytor som gör att de kan samexistera.	F4
T6	En mekanism för att transformera information från externa källor.	Externa källor måste förse med gränssytor som gör att de kan samexistera med interna komponenter.	F6, F11
T7	En mekanism för export av data till externa system.	Externa mottagare av data måste förse med gränssytor som gör att de kan samexistera med interna komponenter.	F8
T8	Olika konfigurationer måste kunna skapas.	I en evolutionär utvecklingsprocess kommer olika delar att utvecklas parallellt och man kommer att behöva koppla ihop olika delsystem vid olika tillfällen.	A1, A4
T9	Testbädden måste kunna köras i en nätverksmiljö på en eller flera datorer.	De olika delarna måste kunna köras på olika datorer, både av prestandaskäl och för åskådlighetens skull. Vid utveckling och testning kan det vara praktiskt att köra på en enda maskin.	A3, A4
T10	Flera instanser av Testbädden måste kunna köras samtidigt.	Kravet på att arbeta parallellt gör att det måste gå att köra testbädden i en specifik konfiguration för ett särskilt ändamål oberoende av andras arbete.	A1, A4
T11	En mekanism för att kunna styra exekvering från en dator.	Vid utveckling liksom vid demonstrationer är det viktigt att kunna ansluta komponenter på flera olika maskiner utan att behöva förflytta sig fysiskt mellan olika datorer, som ju kan vara belägna på olika platser.	A2
T12	Testbädden måste kunna påverkas av användaren.	Användare ställer krav på hur information ska presenteras och hur systemet ska påverkas. Tekniskt innebär det att användarens åtgärder måste kunna slå igenom i systemets funktion (händelsehantering) samtidigt som informationen presenteras på ett från användningssynpunkt acceptabelt sätt.	F10

Virtuell miljö med indikeringsfordon (Patg 203) som informationsnod till testbädden

Övning och utbildning med stöd av olika typer av simulatorer har främst använts inom Flygvapnet för att förbereda piloterna för uppträdande i både normala och extrema situationer. Simulatorerna fungerar som modeller av den verkliga miljön och möjliggör effektiv och kostnadsbesparande träning av personalen. På motsvarande sätt finns inom NBC-skyddsfunktionen ett behov av att kunna öva och utbilda personal för att effektivt kunna genomföra uppgifter i miljöer som kontaminerats med NBC-ämnen.

Under etapp 1 har en generisk, virtuell miljö implementerats där rörlig indikering kan ske med det virtuella indikerinfordonet Patg 203, i vilket ett lokalt ledningssystem samt C- och N-indikeringsinstrument har simulerats. Kommunikation mellan denna rörliga nod och testbädden sker över ett lokalt nätverk (Intranet) med användning av Försvarmaktens standardssystem PC-Dart.

Här beskrivs översiktligt hur implementeringen har utförts och hur indikeringsnoder samverkar med testbädden. Information och larmrapporter, handhas i testbädden av en särskild tjänst som är kopplad till tjänster för invers modellering för beräkning av källans läge, för prognostisering av riskområdet på kartunderlag och för export till det NATO-kompatibla rapporteringssystemet NBC ANALYSIS.

Sedan 1999 har FOI, på uppdrag av Försvarmakten, prövat, värderat och utvecklat metodik och teknologi för användning av kommersiell videospelsteknologi för olika övningsändamål, främst inom Armén. Baserat på dessa erfarenheter utvecklades under våren 2004 en virtuell miljö i vilken det är möjligt att genomföra en mängd olika interaktiva simuleringar.

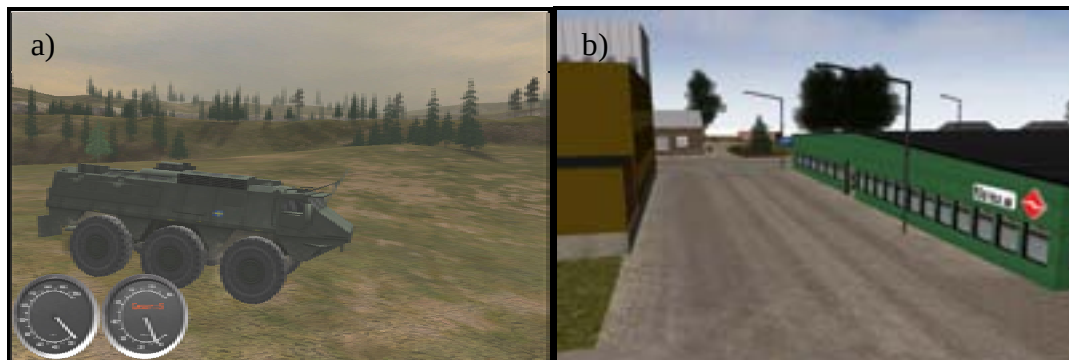
Den virtuella miljön är i princip konstruerad som en kombination av Första Persons Spel, FPS, och en körsimulator, med betoning på det sistnämnda, för att skapa en rörlig indikeringsnod som kan generera adekvata övnings- och testdata till testbädden. Den virtuella miljön är utvecklad med hjälp av öppen källkod och kommersiell spelteknologi, som kompletterats med viss egenutveckling. Den består i princip av fyra huvudkomponenter: fordonet, omvärlden, N- och C-indikeringsinstrument och ett kommunikationssystem.

Fordonet

Fordonet är till det yttre en kopia av det verkliga NBC-fordonet Patg 203, medan köregenskaperna inte återskapats exakt, utan endast är generiskt utformade. Av interiören har förar- och operatörsplats simulerats, eftersom vi haft för avsikt att skapa en pedagogisk miljö med tillräcklig realism för att förare och operatör ska känna igen sig och kunna agera utifrån respektive befattning. Växellåda och hastighetsmätare har simulerats, så att framryckningshastighet och utväxling blir korrekta, vilket har betydelse vid t.ex. taktik- och metodikutveckling och för att erhålla realistiska tidsförlopp. Operatörens gränssnitt mot indikeringsystemet är korrekt utformat med avseende på menyer, funktioners placering etc., men kan placeras på olika platser i gränssnittet beroende på om både förare och operatör nyttjas i en övning, eller inte.

Omvärld och kontamineringsområden

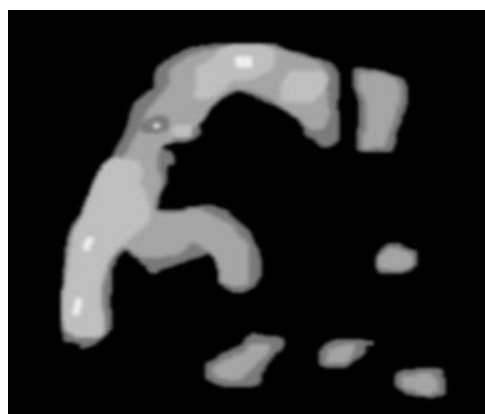
Omvärlden, som Ptg 203 framrycker i, kan komma från vilket kommersiellt datorspel som helst där det är möjligt att redigera och importera egna kartor. Det medför att kartor, eller snarare "omvärldar", från spel såsom, Far Cry, Operation Flashpoint, Unreal Tournament och Battlefield 1942 kan användas. Figur 1a nedan visar Ptg 203 i terrängen Kursk från Battlefield 1942.



Figur 1. a) Patriavagnen framryckande i Kursk-omvärlden från Battlefield 1942. b) Virtuell bild från kvarteret Butängen i Norrköping

Det finns många fördelar med att kunna utnyttja omvärldar från kommersiella spel på det här sättet, eftersom det har visat sig att man vid taktik och metodikutveckling når bättre resultat med en fantasiomvärld än i det fall användaren redan har en mental bild över vad omvärlden ska innehålla. Förutom kartor från kommersiella spel kan valfria omvärldar med olika grad av upplösning skapas och användas. Oavsett vilken typ av karta som används innehåller kartorna koordinater. Upplösning och noggrannhet har inte prioriterats här, då syftet med körsimulatorens är att kunna indikera, inringa och identifiera NBC-ämnen. Figur 1b visar den omvärld, kvarteret Butängen i Norrköping, som använts för att fiktivt placera ut NBC-ämnen enligt de frågeställningar som studeras i testbädden.

För att placera och sprida ut ett ämne i en omvärld används en gråskalebild (se vidstående figur). Gråskalan går från vit (värde 1) till svart (värde 0), där vit är maximal koncentration av ämnet och svart representerar koncentrationen 0. Det kontaminerade området har samma metainformation som kartan, vilket medför att det är möjligt att importera och överlagra ämnen osynligt i omvärlden. För att anpassa gråskalan till ett särskilt ämne används en skalfaktor som multipliceras med gråskalans värde i varje punkt.



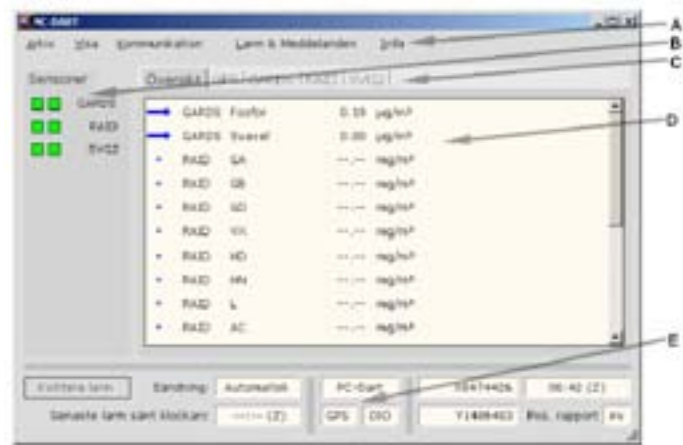
Figur 2. Exempel på en gråskalebild som representerar ett kontaminerat område i en urban miljö.

Att skapa ett scenario för ett kontaminerat område, inklusive i urbana miljöer, som representerar en radiakbeläggning eller ett område kontaminerat med kemiska stridsmedel, kan göras på ett mycket rationellt och enkelt sätt. Genom att använda ett vanligt ritverktyg skapas en gråskalebild av ett område med fördelning av koncentrationsnivåerna anpassade till den urbana miljön.

N- och C-indikeringsinstrument

N- och C-indikeringsinstrumentens egenskaper har replikerats enligt NC-Dart-systemet, som används i det verkliga indikeringsfordonet Patg 203. NC-Dart kommunicerar med PC-Dart i testbädden. PC-Dart fungerar i princip som en e-mail klient, definierad enligt svenska försvarets standard. N- och C-indikeringsinstrumenten är implementerade enligt det verkliga NC-Dartgränssnittet, som består av fem delar: A) Programmeny, B) Statuspanel för sensorer, C) Flikar för att välja sensorpanel, D) Sensor panel och E) statuspanel, vilket visas i figuren nedan.

Programmenyn (A) innehåller konfigurations- och statusinformation för NC-Dart-systemet. Statuspanelen för sensorer (B) ger en överblick över systemets indikeringsinstrument och deras status. I det här exemplet är instrumenten GARDS, RAID och SVG2 synliga, och representerade med vardera två ljusgröna kvadrater. Den vänstra kvadraten indikerar status, i det här fallet grönt, vilket innebär att instrumenten fungerar. Skulle kvadraten bli gul indikerar det att någon typ av fel har uppstått. Den högra kvadraten indikerar ett larm. Blir kvadraten röd innebär det en indikering av ett N- eller C-ämne i miljön. Flikarna för att välja sensorpanel (C) ger möjlighet att få en översikt, eller att få mer detaljerad information avseende ett specifikt instrument. Sensorpanel (D) visar en översikt över instrumenten och deras aktuella mätvärden. I den första kolumnen återfinns en blå pil som pekar på instrumentet GARDS i andra kolumnen. Tredje kolumnen visar att fosfor har identifierats och den fjärde kolumnen visar koncentrationen $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den blå pilen kan öka eller minska i storlek beroende på vilken koncentration sensorn identifierar. Statuspanelen (E) visar NC-DARTs programkärna, information från GPS, dvs. geografisk position och manuell eller automatiska hantering av larm från N- och C-instrumenten. Den innehåller även information för kommunikation med testbädden.



Figur 3. De fem delar som utgör operatörsgränssnittet.

Kommunikation med testbädden

För den lokala ledningen vid rörlig indikering med indikeringsfordonet Patg 203 utvecklades under 2003 ledningssystemet NC-Dart, för fordonet. NC-Dart styrs av operatören i vagnen via den operatörspanel som visas i figur 3. Med stöd av ledningssystemet hanteras indikeringsinstrument för N- och C-ämnerna samt de vanligaste industrikemikalierna. För extern kommunikation används Försvarsmaktens kommunikationsprogramvara PC-Dart, som kommunicerar via radiosystemet Ra180, mobiltelefoni och Internet.

I simulatoren finns en koppling till NC-Dart och därmed är det möjligt att skapa samma typ av rapporter som används i indikeringsfordonet Patg 203. Information från rörlig indikering kan inhämtas genom att överföra indikeringsvärden, enligt Försvarsmaktens grundprincip, till testbädden. Miljön kan användas för fortsatt test av funktionalitet för invers modellering, presentation på karta av indikeringsvärden, what-if funktionalitet samt övning, utbildning och taktikutveckling.

FOI-R--1635--SE
Bilaga 6.3