

FÖRSVARETS FORSKNINGSANSTALT

Avdelningen för NBC-skydd

SE-901 82 UMEÅ

FOA-R--00-01769-862--SE

December 2000

ISSN 1104-9154

Jan Burman¹, Maria Björnermark², Astrid Fell²,
Nils-Gustav Lundgren², Lennart Thaning¹, Gösta Weissglas³

Avsiktliga utsläpp av skadliga ämnen

Spridning och samhällskonsekvenser

¹ FOA NBC-Skydd

² Luleå Tekniska Universitet, avdelningen för statsvetenskap

³ Umeå Universitet, Kulturgeografiska institutionen

Distribution: **ÖCB, UMU, LUTH, SRV**, Umeå kommun

FOA:

Dokumentets utgivare Försvarets forskningsanstalt Avdelningen för NBC-skydd SE-901 82 UMEÅ	Dokumentbeteckning, ISRN FOA-R--00-01769-862--SE	
	Dokumentets datum December 2000	Uppdragsnummer E4944
	Projektamn (ev förkortat) Avsiktliga utsläpp av skadliga ämnen	
Upphovsman(män) Jan Burman Maria Björnermark Astrid Fell Nils-Gustav Lundgren Lennart Thaning Gösta Weissglas	Uppdragsgivare ÖCB	
	Projektansvarig Per-Erik Johansson	
	Fackansvarig Författarna	
Dokumentets titel Avsiktliga utsläpp av skadliga ämnen. Spridning och samhällskonsekvenser.		
Sammanfattning <p>I föreliggande studie analyseras skeendet kring tre sinsemellan fundamentalt olika katastrofscenarier. Gemensamt för dem är att såväl de valda platserna, det vardagliga skeendet fram tills det att katastroferna är ett faktum samt det efterföljande krisförloppet, finns och kan utspelas i dagens Sverige. Samtliga fall utgår ifrån att förövarna utgörs av enskilda personer eller av en liten, sammanhållen grupp. I två av fallen är den verksamma substansen av det slag som normalt kopplas samman med B- och C-krigföring. Därmed krävs högst speciella förberedelser för att ett attentat skall kunna komma till stånd. I det tredje fallet handlar det om ett kemiskt ämne som alla dagar på året finns i stora mängder i tankbilar på de svenska vägarna. Utfallet av händelserna är ett stort antal skadade och döda. Konsekvenserna av terroristattacker och den händelsekedja som är trolig, beskrivs utifrån dagens beredskapsnivå.</p>		
Nyckelord Avsiktligt utsläpp, antrax, svaveldioxid, sarin, LES, CFD, partikelmodell, spridning.		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1104-9154	ISBN	
	Omfång 56 s.	

Distributör (om annan än ovan)

Issuing organization Defence Research Establishment Division of NBC Defence SE-901 82 UMEÅ SWEDEN	Document ref. No., ISRN FOA-R--00-01769-862--SE	
	Date of issue December 2000	Project No. E4944
	Project name (abbrev. if necessary) Non-accidental releases of harmful substances	
Author(s) Jan Burman Maria Björnermark Astrid Fell Nils-Gustav Lundgren Lennart Thaning Gösta Weissglas	Initiator or sponsoring organization ÖCB	
	Project manager Per-Erik Johansson	
	Scientifically and technically responsible The Authors	
Document title The consequences of non-accidental releases of harmful substances. Dispersion and consequences		
Abstract <p>In the present study actions connected with three fundamentally different scenarios of acts of terror, are analysed. A common feature in the scenarios is that the places and common activities until the moment of the terror attack, as well as the ensuing sequence of crisis, are non-fictitious i.e. possible to take place in Sweden. The terror attack is a real possibility in Sweden of today. It is in all scenarios assumed that the terror activist is either working on his/her own or that he/she is a member of a small closely connected terrorist group. In two of the cases the active substance is commonly recognized as a B- and C- warfare agent, respectively. The preparation of an attack with these substances therefore calls for extraordinary precautions. The third case includes a chemical substance that is transported in large amounts on the Swedish roads. The outcome of the attacks is high numbers of injured and dead people. The consequences of, and courses of events after the terrorist activities are described based on the level of preparedness of today.</p>		
Keywords Non-accidental release, anthrax, sulphurdioxide, sarin, LES, CFD, lagrangian model, dispersion.		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1104-9154	ISBN	
	Pages 56	
Distributor (if not issuing organization)		

<i>Inledning</i>	5
1.1 Inledningsdiskussion	5
1.2 Syfte	6
1.3 Metod och material	6
1.4 Beräkningsmodeller	7
1.4.1 Svaveldioxidutsläppet.....	7
1.4.2 Antraxutsläppet.....	7
1.4.3 Sarinutsläppet.....	8
<i>2. Antraxutsläppet</i>	9
2.1 Händelseförloppet	9
2.2 Räddningsarbetet	13
2.3 Möjlig och tänkbar händelse?	18
<i>3. Sarinutsläppet</i>	19
3.1 Händelseförloppet	19
3.2 Räddningsarbetet	21
3.3 Möjlig och tänkbar händelse?	27
<i>4. Svaveldioxidutsläppet</i>	29
4.1 Händelseförloppet	29
4.2 Räddningsarbetet	31
4.3 Möjlig och tänkbar händelse?	38
<i>5. Lärdomar och nya frågeställningar</i>	40
5.1 Ansatser, metoder och analyser	40
5.2 Antraxutsläppet	41
5.3 Sarinutsläppet	41
5.4 Svaveldioxidutsläppet	42

5.5 Generella slutsatser, rekommendationer och behovet av framtida studier	43
6. Erkännanden	46
7. Referenser	46
7.1 Personliga intervjuer	46
7.2 Telefonintervjuer	46
7.3 Litteratur	47
APPENDIX	49
Fakta om antrax (mjältbrand)	49
Lungform	49
Hudmjältbrand	49
Mag-tarm form.....	49
Antaganden för beräkningen av antraxfallet:.....	49
Fakta om sarin	50
Antaganden för beräkningen av sarinfallet:	50
Fakta om svaveldioxid	52
Antaganden för beräkningen av svaveldioxidfallet:	52

Inledning

1.1 Inledningsdiskussion

Samhällets förmåga att hantera det oväntade kan ej helt planeras, men alltid förbättras. Händelserna i Tokyo 1995, då medlemmar i en extrem religiös sekt lät sprida ut nervgasen sarin i stadens tunnelbana, visar att också skeenden som ligger långt bortom de mer traditionella hotscenarierna måste finnas med i planeringen för samhällets riskhanterande och krishanterande verksamheter.

I föreliggande studie analyseras skeendet kring tre sinsemellan fundamentalt olika katastrofscenarier. Gemensamt för dem är att såväl de valda platserna, det vardagliga skeendet fram tills det att katastroferna är ett faktum samt det efterföljande krisförloppet, finns och kan utspelas i dagens Sverige. Samtliga fall utgår ifrån att förövarna utgörs av enskilda personer eller av en liten, sammanhållen grupp. I två av fallen är den verksamma substansen av det slag som normalt kopplas samman med B- och C-krigföring. Därmed krävs högst speciella förberedelser för att ett attentat skall kunna komma till stånd. I det tredje fallet handlar det om ett kemiskt ämne som alla dagar på året finns i stora mängder i tankbilar på de svenska vägarna.

Till stöd för, och som bakgrund till de skeenden i samhället som beskrivs och konsekvensanalyseras i studien, används FOA-NBC skydds avancerade hydrodynamiska och toxikologiska skadeutfallsmodeller.

Den studie som föregick denna (Samhällskonsekvenser av avsiktliga utsläpp av giftiga/smittsamma ämnen i stora lokaler, FOA-R-98-00731-862-SE) kan ses om förstudie för den studie som här föreligger. Den fokuserade på två områden: Kriskommunikation samt på utvecklingen av datoriserade spridningsmodeller för spridning av gaser och aerosoler. Samhällsbeskrivningen gavs en schablonmässig utformning. Skeendet förlades till en mellanstor svensk stad. Agens presenterades som "giftig gas".

Föreliggande studie söker att så långt det varit möjligt följa tre, som vi bedömer, fullt tänkbara skeenden som utspelas i tre olika svenska miljöer. I det första fallet handlar det om utsläpp av mjältbrandsbakterier (antrax) - utomhus och under sommartid - i en mellanstor stad i norra Sverige. En grupp terrorister släpper ut en vätska med antraxsporer som med vindens hjälp sprider sig centralt i staden. I andra fallet är scenariot att en ensam föröväre krossar en flaska med nervgasen sarin i en tunnelbanestation, inspirerad av Tokyohändelserna och med sin egen homofobi som grund för attentatet. Det tredje scenariot utspelas i en utomhusarena i en svensk storstad. Under en emotionellt mycket laddad fotbollsmatch kör några förövarer in på arenan i en stulen tankbil, öppnar snabbt ventilerna till tanken, varvid stora mängder svaveldioxid slipper ut. Svaveldioxiden bildar ett gasmoln som driver in över läktarna.

Respektive scenario bygger på noggranna studier av yttre och inre miljöer och inte minst på den tekniska utformningen av t ex trapphallar, rulltrappor och vänthallsmiljöer. Också ett stort antal intervjuer med företrädare för räddningstjänst, lokalförvaltning och sjukvårdsorganisation i respektive ort har genomförts. Handläggare vid kommunala förvaltningar har intervjuats om räddningstjänstens organisation, bemanning, resurser etc. i respektive ort. Företrädare för trafikföretag och areanaförvaltning har varit viktiga informanter. Datamodellerna som beskriver spridning i tid och rum av agens bygger på noggranna uppmätningar av rummens utformning samt på verkliga temperaturförhållanden och befintlig luftcirkulation. Antalet människor som anges vistas i lokalerna respektive i deras närhet bygger på aktuell statistik för respektive ort och verksamhet, t ex vad avser antalet resenärer i tunnelbanan vid motsvarande tillfällen.

Vår hypotes är att varken teknisk utformning eller befintliga larm- och räddningssystem fungerar eller räcker till om och när extraordinära händelser av detta slag inträffar. De scenarier som valts bedömer vi vara fullt rimliga mot bakgrund av den kunskap som internationellt finns rörande hotbilder, teknisk kapacitet etc. Även om sannolikheten för sådana händelser skulle utspela sig i Sverige under överskådlig tid är ytterst begränsad, har omfattningen av attentaten getts en dimensionering som också den bär sannolikhetens prägel.

Det är vår förhoppning att studien kan ge ett konkret underlag för fortsatta överväganden rörande det praktiska handlandet vid denna typ av samhällskriser. Det är angeläget att det utformas lokala handlingsprogram för ett adekvat agerande om och när något liknande skulle drabba ett samhälle. Vi menar att resultaten av studien visar att såväl myndigheter, organisationer som företag har all anledning att tänka igenom sina rutiner inför scenarier av den art som här presenteras.

Såväl den befintliga datamodelleringen och de befintliga samhällsanalyserna är fullt möjliga att upprepa för andra miljöer och vid andra händelseutvecklingar. De begränsningar som varit nödvändiga att göra avser främst effekterna av respektive skeendes utsträckning i tid och rum. Det har heller inte varit möjligt att här inkludera analyser av hur det administrativa och politiska systemets olika aktörer kunde förväntas agera utifrån skeendets respektive kriskommunikationens karaktär. Men det vore angeläget att utöka de här genererade kunskaperna också med dessa dimensioner. De begränsningar för scenariernas utspelande i tid och rum som här varit nödvändiga att anlägga har främst med forskningsuppdragets begränsade omfattning att göra. En angelägen uppgift vore att utsträcka analysen såväl rumsligt som tidsmässigt. GIS-tekniker, simuleringsmodeller och breddade samhällsanalyser är då angelägna att tillämpa.

1.2 Syfte

Ett övergripande syfte är att vidareutveckla modeller, analysrutiner och beskrivningssystem vid avsiktligt användande av B- och C-vapen, så att de ska kunna ligga till grund för överväganden inom samhällets olika beredskaps-, räddnings- och krishanteringssystem. I föreliggande studie appliceras de ingående modellerna på tre dimensionerande scenarier vilka mycket väl skulle kunna utspelas i den svenska vardagen.

1.3 Metod och material

Projektet innehåller både en naturvetenskapligt inriktad och en samhällsvetenskapligt inriktad metod. Naturvetenskapliga metoder har använts i framställandet av spridningsbilder (redovisas nedan) medan information om samhällets beredskap och räddningsarbete etc. har insamlats med hjälp av samhällsvetenskapliga metoder.

De intervjuade personerna på respektive ort har valts ut eftersom de i sin yrkesroll skulle komma att vara aktörer i de tänkta scenarierna. Aktörerna har även ombetts ge förslag om ytterligare personer, inom den egna eller inom andra organisationer, som också skulle vara intressanta att vidtala. Detta har i sin tur lett till fler intervjuer (så kallad snowball-sampling). Intervjuerna har genomgående varit av ostrukturerad karaktär; frågorna har varierat beroende på vilken aktör som intervjuats. De allra flesta intervjuerna genomfördes genom ett personligt möte på intervjupersonens arbetsplats, vilket ofta gav möjlighet till ytterligare informationsinhämtning genom studium av arbetsplatsen. Utdata från spridningsmodellerna visades för intervjuade aktörer som fick möjlighet att kommentera såväl bilderna som det händelseförlopp och räddningsarbete som scenarierna skulle ge upphov till.

Information har även insamlats genom besök vid de aktuella scenarieplatserna och genom tillgänglig dokumentation som exempelvis befintliga katastrofplaner. Studier av aktuell litteratur om terrorism har genomförts inte minst för att få en bild av huruvida de presenterade scenarierna är rimliga.

Den lokala och regionala handlingsberedskapen beskrivs i relation till de presenterade fallen. En viktig utgångspunkt har varit att den presentation tillfrågade aktörer ger av hur de uppfattar sin egen och andra aktörers roller i händelseförloppet, ger adekvat information om eventuella gränssättande faktorer som föreligger ifall scenarierna skulle bli verklighet.

Vad rör den naturvetenskapligt inriktade metoden gäller att effekterna av avsiktliga utsläpp leder till olika nivåer av skador - och när det gäller bakteriesporer - insjuknande. Dessa effekter benämns i studien "utfall", och för att beräkna utfallet är första steget att beräkna koncentrationen av det aktuella ämnet. Beräkning av den tid under vilken människor utsätts är nästa steg. Rörligheten hos de riskutsatta och även koncentrationsförändringar över tiden gör denna parameter lite svårare att precisera. Andningsfrekvens och mängden luft som en person inandas påverkar också den mängd av ämnet som bidrar till utfallet. Effekten av dessa kan inkluderas genom att multiplicera koncentrationen med kvoten av andningsvolymen och en normalvolym. Koncentrationen och tiden används så för att beräkna dosen som en människa blir utsatt för och den beräknas som $Dos = \int C^n dt$ där C är koncentrationen, t är tiden och n är större än 1 om en anpassning till giftet förekommer och därmed en nedbrytning av ämnet sker. Utfallet av en given dos är inte linjär så att dubbel dos ger inte dubbla antalet skadade, utan förhållandet är ungefär lognormal-fördelat. Skadeutfallet blir dubbelt så stort om logaritmen av dosen fördubblas, (se vidare i Fischer et al (1997)). Principen gäller både för bakteriesporer och för kemikalier, (för antrax se Zanders et al. 2000).

1.4 Beräkningsmodeller

1.4.1 Svaveldioxidutsläppet

För beräkning av spridning av svaveldioxid i och kring Centrumstadion har använts en CFD-modell. Det är en hydrodynamisk modell som använder differentialekvationer för att beskriva hastighet och tryck. Ekvationerna löses med hjälp av finita-volymmetoden i CFD-programvaran PHOENICS. Den modell som används beskrivs bland annat i FOA-rapporten "A Study of the influence of topography and density on the dispersion in a gas cloud". FOA-R--96 -00304-4.5--SE En kort presentation återfinns i appendix.

För att på ett relevant sätt beskriva turbulensen är valet av turbulensmodell viktig. I detta fall som uppvisar strömning kring byggnader med skarpa hörn har valts en k - ϵ modell med tillägg enligt Chen och Kim, (se Chen och Kim, 1987). k och ϵ representerar turbulent rörelseenergi respektive avtagandet av turbulent rörelseenergi (dissipation). Dessa beskrivs också med differentialekvationer.

1.4.2 Antraxutsläppet

För beräkning av spridning av antraxsporer har en sk stokastisk partikelmodell utnyttjats (Schönfeldt, 1997 och Sehlstedt, 2000). I modellen beskrivs utsläppet med ett antal modellpartiklar som förflyttas med vinden. Utöver vindhastigheten tilldelas modellpartiklarna en

delvis slumpmässig hastighet, i avsikt att beskriva turbulens och spridning samt i aerosolfallet även en fallhastighet som beror av aerosolens diameter.

För vindens variation med höjden har analytiska uttryck använts (Schönfeldt, 1997 och Sehlstedt, 2000)

1.4.3 Sarinutsläppet

Utgångspunkten för beräkningarna är Navier-Stokes ekvationer. Genom att anta att varje beräkningscell motsvarar den volym som bildar medelvärdet för de beräknade parametrarna, erhålls volymsmedelvärdade storheter. Dessa beräknas över hela domänen som tids- och rumsupplösta storheter. För de volymsmedelvärdade storheterna som hastighetskorrelationerna används en modell enligt Fureby och Gristein (1999). Denna modell kallas Large Eddy Simulations eller förkortat LES. I den används ett antagande om att det räcker med att beskriva rörelserna hos de dominerande virvlarna för att på ett realistiskt sätt beräkna luftens rörelser.

För att beskriva spridningsförloppet av en utsläppt gas blir det viktigt att den dynamik som orsakas av tunnelbanetågen även den inkluderas i modellen. Mätningar av vindrörelser på perrong och biljetthall på den beskrivna tunnelbanestationen den 26/9 2000, visade att det under en längre tid finns ett medelflöde uppför rulltrapporna och ut genom biljetthallen, men att det periodvis kan blåsa ganska kraftigt både uppför och nedför trapporna. Fluktuationerna på perrongen däremot beror enbart av tågens rörelser och domineras av de tåg som momentant befinner sig inne i eller på väg in i hallen.

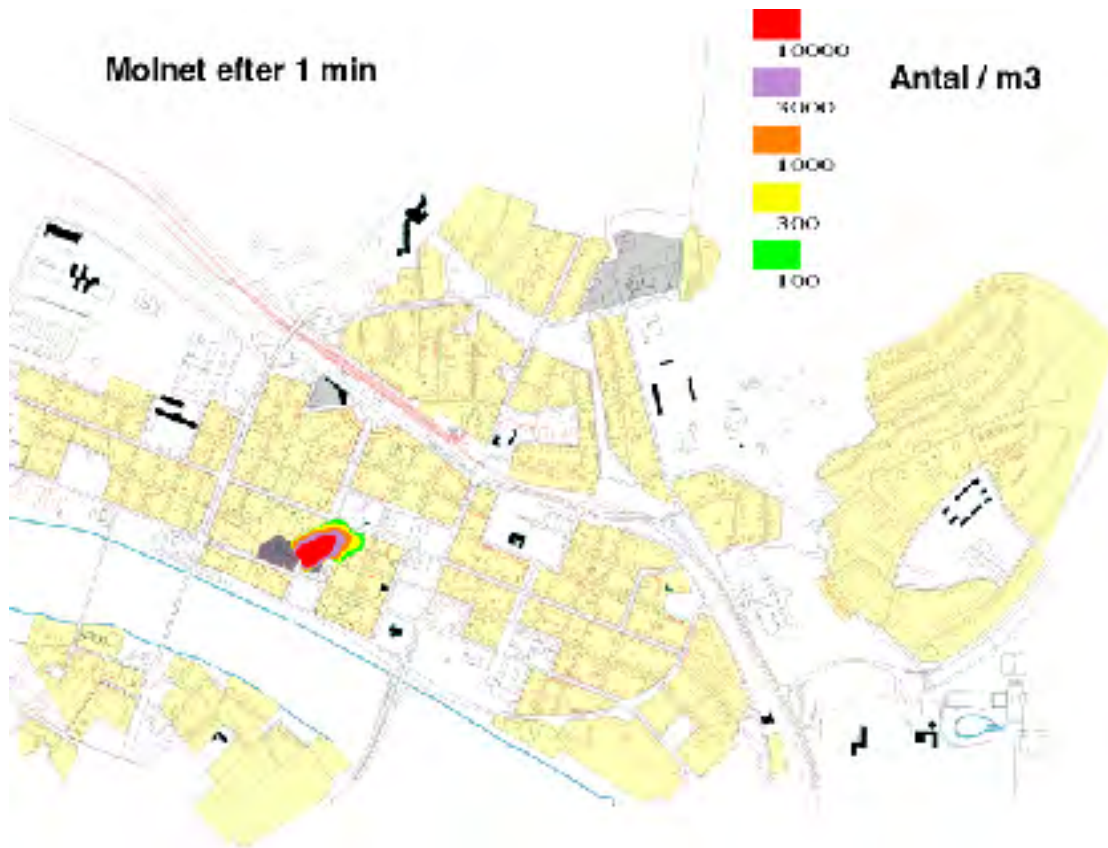
2. Antraxutsläppet

2.1 Händelseförloppet

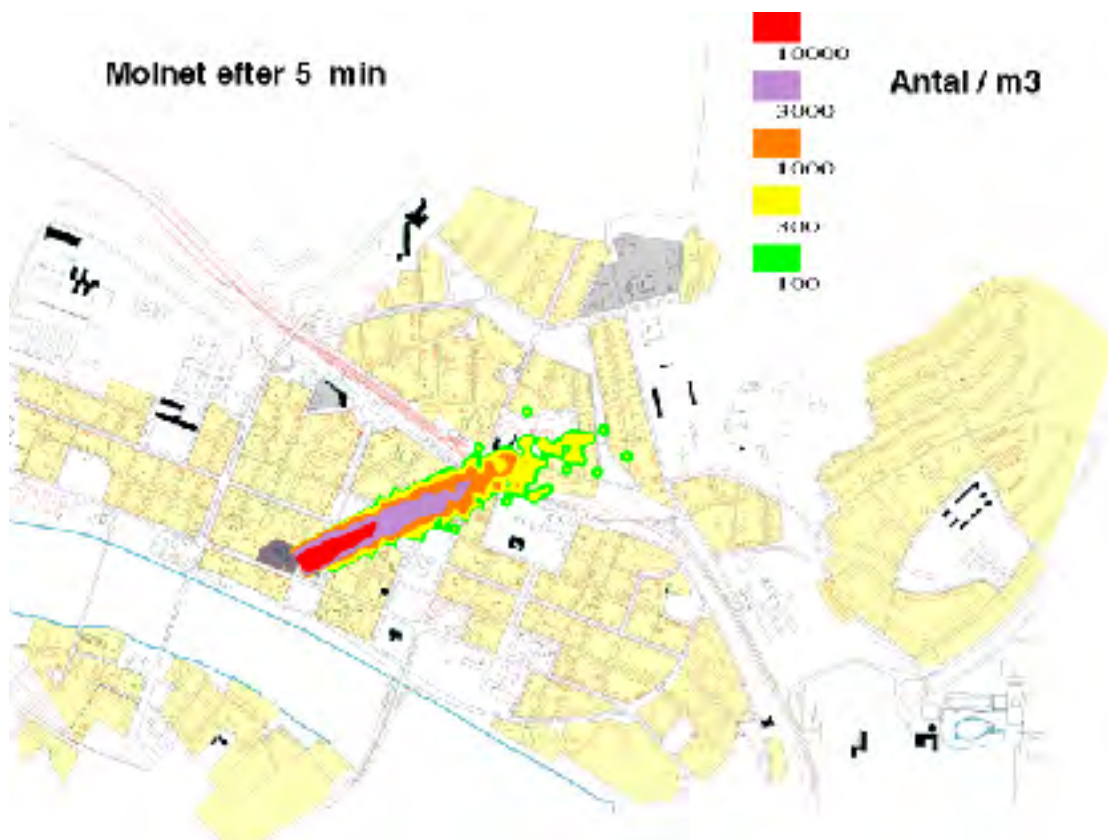
Det är en molnig augustilördag i en mellanstor stad i norra Sverige. Klockan är ett på eftermiddagen och på stadens torg rör sig många människor i färd med att göra diverse inköp i de kringliggande affärerna. Inte långt från torget ska en större fotbollsmatch just starta på stadens stora utomhusplan och spelarna värmer upp.

Samtidigt pågår aktivitet av ett helt annat slag uppe på en byggnadsställning vid det stora varuhuset invid torget. En grupp terrorister har där monterat en utspridningsanordning och sprayar nu obemärkt, under ungefär en kvart, ut cirka två liter av ett ämne som sprider sig över torget och fortsätter bort över staden i nordöstlig riktning (med en vindstyrka av cirka 2.5 meter per sekund på 10 meters höjd). Vätskan innehåller $80 \cdot 10^{10}$ antraxsporer, ett ämne som kan leda till mjältbrand i lungform och död inom två till tre dygn efter de första symptomen visat sig. Människorna som befinner sig i eller passerar genom molnet andas in de farliga sporererna men märker ingenting ovanligt. Terroristerna har dock svårt att framställa så små droppar att de blir inandningsbara (för detta krävs att diametern ska vara mindre än $10 \mu\text{m}$) varför endast cirka fem procent av det totala antalet sporer blir möjliga att inandas. Det större antalet sporer fastnar utomhus på mark, väggar och tak. Det är oklart hur farliga de sporer som hamnar här är; möjligtvis kan de exempelvis av bil- och gångtrafiken sönderdelas och sedan återspridas till atmosfären i inandningsbar form. Hur mycket det skulle gälla och hur snabbt det skulle kunna ske vet man dock inte.

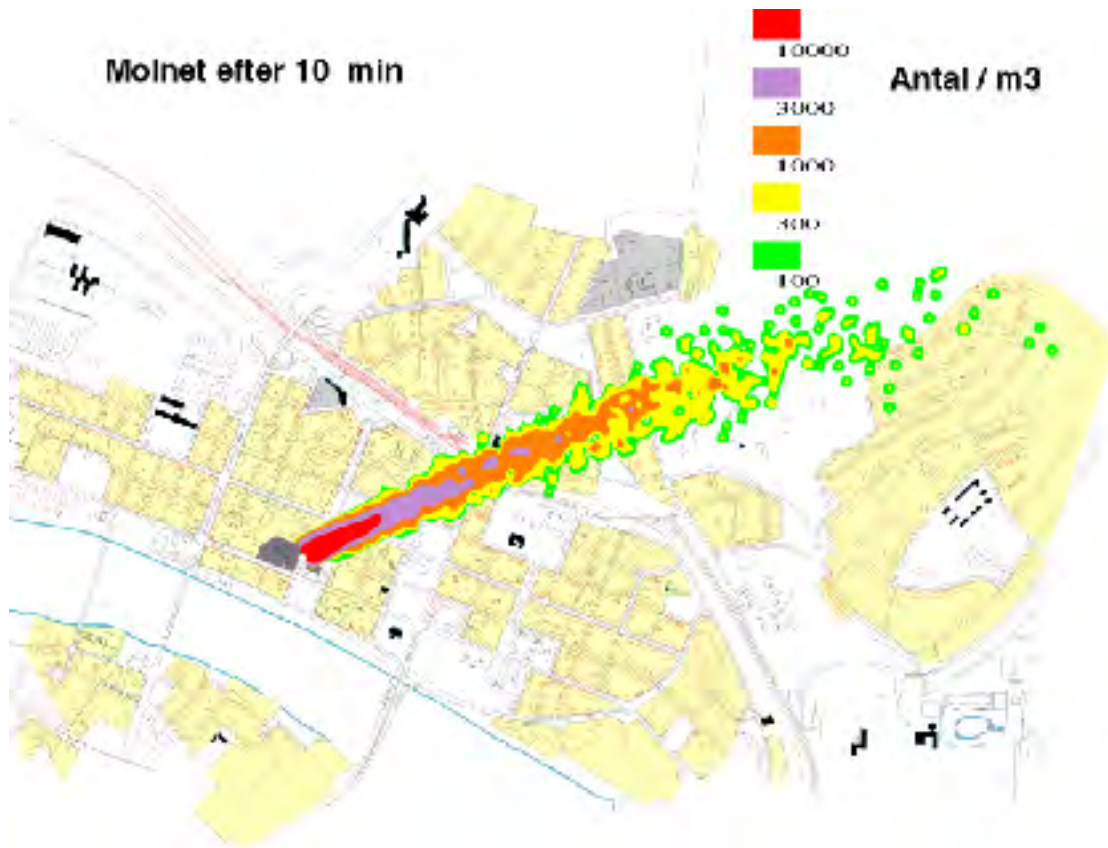
Molnet med sporererna sprider sig först över torget, passerar en större busstation samt över fotbollsplanen där matchen just har börjat. Det passerar över en relativt stor del av innerstaden (se figurerna 2.1 till 2.7).



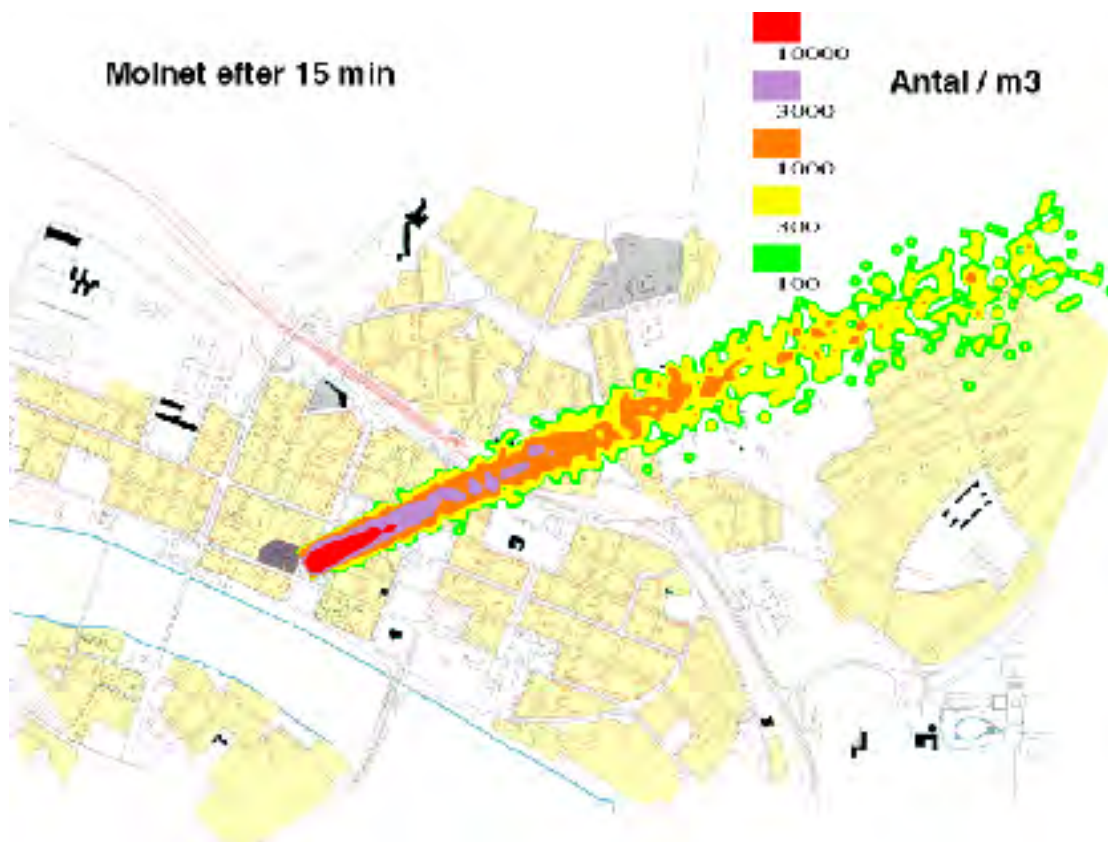
Figur 2.1: Antraxmolnet 1 minut efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



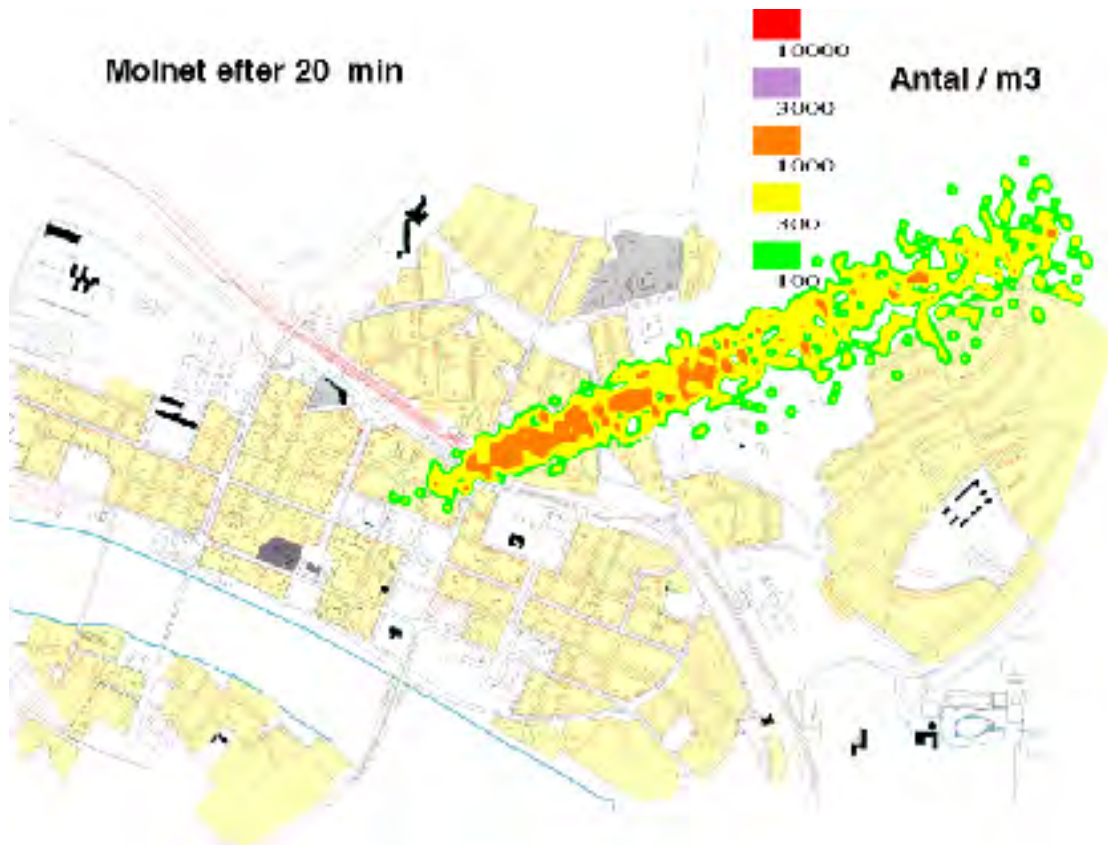
Figur 2.2: Antraxmolnet 5 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



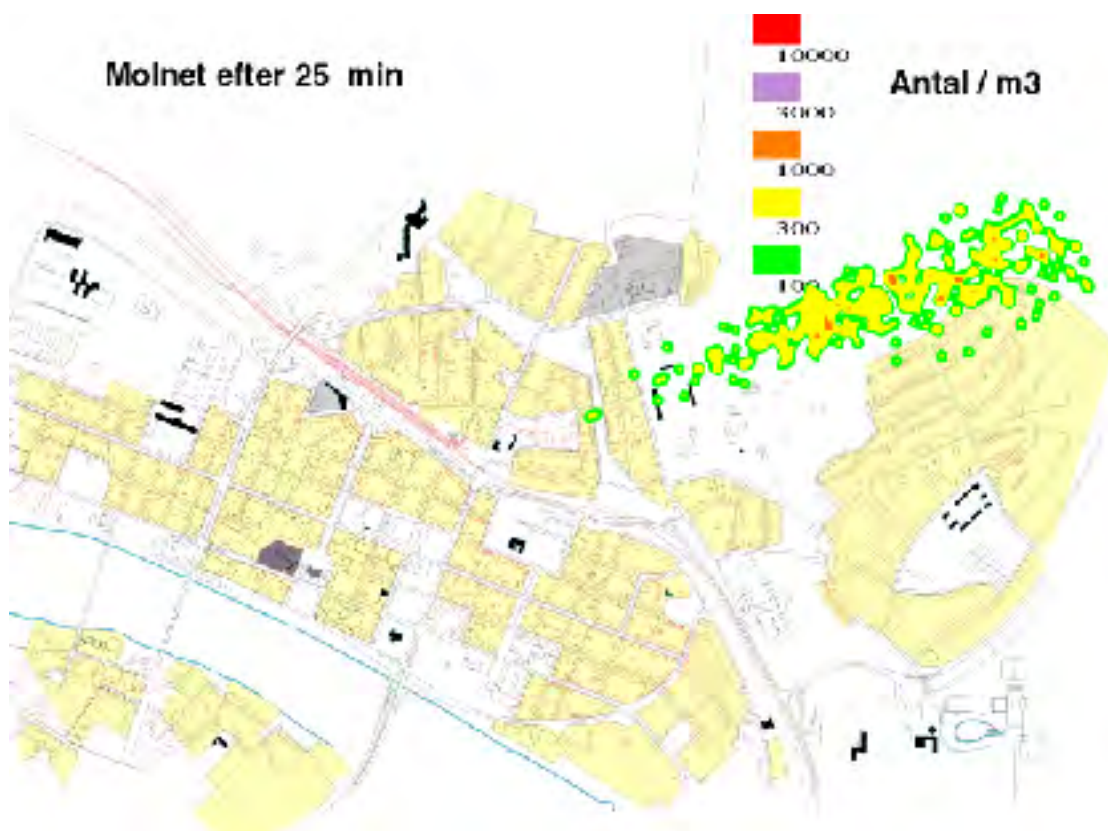
Figur 2.3: Antraxmolnet 10 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



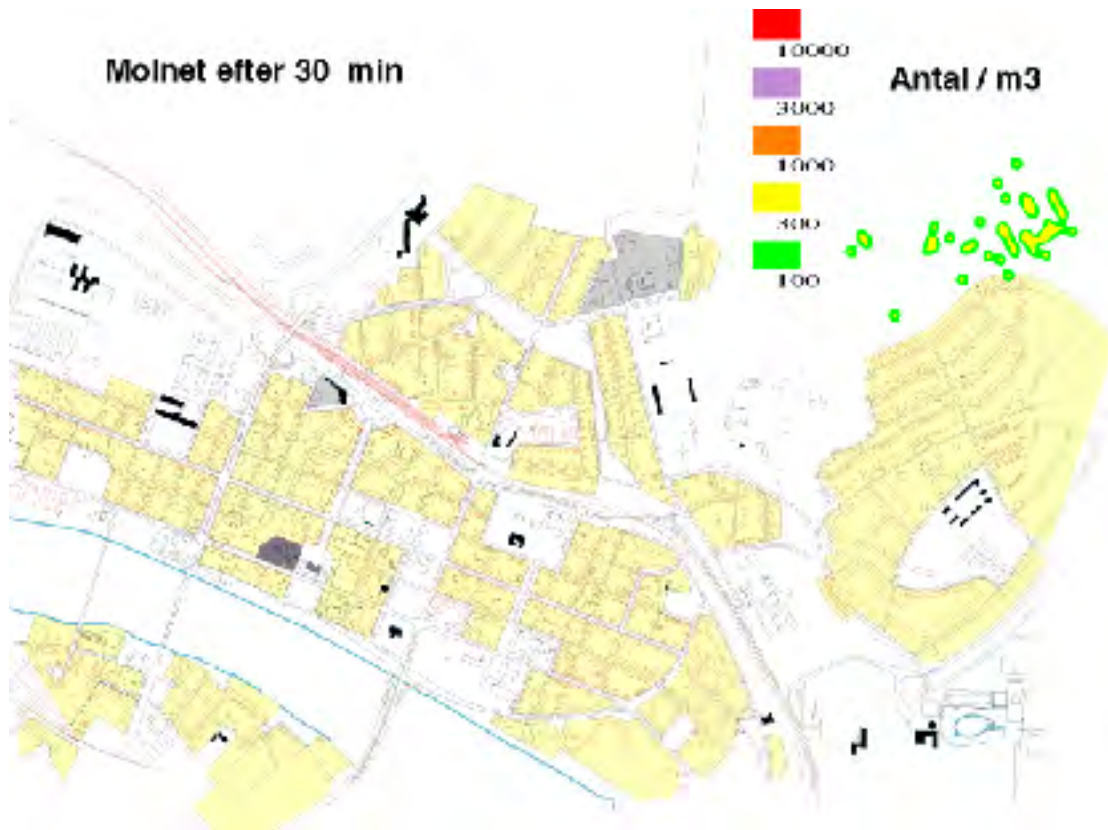
Figur 2.4: Antraxmolnet 20 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



Figur 2.5: Antraxmolnet 25 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



Figur 2.6: Antraxmolnet 25 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter.



Figur 2.7: Antraxmolnet 30 minuter efter utspridningens start. Färgerna anger antalet sporer/kubikmeter

Totalt befinner sig ungefär 5000 människor i rörelse i det aktuella området och blir följaktligen, utan att vara medvetna om det, utsatta för antraxsporer i varierande omfattning. En del människor befinner sig i molnet endast kort tid, exempelvis när de går mellan två affärer, medan andra står en längre tid i det farliga molnet - exempelvis de åskådare som bevittnar den pågående fotbollsmatchen. Framåt eftermiddagen återvänder de shoppande och fotbollstittande människorna hem. De flesta bor i stadens bostadsområden men en del har åkt längre sträckor för att lördagshandla eller bevista matchen. De som befunnit sig på busstationen beger sig åt olika håll, till destinationer både inom och utanför länet. Även spelarna i bortalaget lämnar länet i sin privata buss.

Tjugofyra timmar senare, klockan ett på söndagseftermiddagen, får polisen i staden ett samtal. En person som inte presenterar sig berättar att en grupp för ett dygn sedan släppt ut antraxsporer på torget.

2.2 Räddningsarbetet

När polisen insett vad det handlar om, larmar man genast SOS-Alarm. Det är ett högst ovanligt fall som hamnar hos operatören vid larmcentralen men denne kopplar samtalet vidare till sjukvården och till räddningstjänsten. Situationen är speciell, eftersom ambulans och brandkår inte vet om de ska rycka ut och vart de i så fall ska åka. De avvaktar därför ytterligare besked men börjar förbereda sin organisation. Sjukvården undersöker om de har fått in patienter med mjältbrandssymptom. I enlighet med det övergripande kommunala ansvaret kontaktas även kommunstyrelsens ordförande och Miljö- och hälsoskydds nämnden.

De kontaktade aktörerna har sina misstankar om att det är ett falsklarm men ärendet måste naturligtvis undersökas närmare. Inga drastiska åtgärder vidtas dock ännu, utan livet för kommuninnevånarna fortsätter som vanligt. Senare under söndagseftermiddagen har exempelvis ett av stadens knattelag i fotboll träning på en fotbollsplan som kontaminerats med mjältbrandssporer.

I syfte att finna bevis för det påstådda brottet beger sig polisen till den byggnadsställning som mannen berättat att han och hans kumpaner använt sig av för att montera sin utsläppsanordning för de farliga sporer. Där finner de snart en flaska som en polisman, iförd handskar och andningsskydd, plockar upp och lägger i ett förslutbart kärl. Nu ska de droppar som finns kvar i flaskan undersökas för att ge klarhet i om det föreligger något brott.

Det tar tid innan en bekräftelse på att antraxsporer verkligen spridits ut i staden kan komma. Försvarets forskningsanstalt (FOA) och stadens smittskyddsläkare kontaktas av polisen för undersökning och ämnesbestämning. Eftersom det finns kvar lite vätska vid spridningsanordningen som terroristerna använt sig av kan försvarets forskare snabbare få fram resultatet huruvida antraxsporer har spridits ut, än vad fallet hade varit om man endast hade markprover att förlita sig på. Det tar dock ändå lite tid få tag på personer som kan utföra ämnesanalysen samt för dessa att ta sig till platsen och sedan genomföra undersökningen. Eftersom FOA har vanliga kontorstider dröjer det denna söndag extra lång tid innan man fått tag på de människor som står på forskningsanstaltens jourlista. Efter sex timmar gör FOA en preliminär bestämning av ämnet och någonstans mellan 12 och 24 timmar efter erhållandet av provet kan man definitivt bekräfta att flaskan innehåller antraxsporer.

Medan arbetet med ämnesbestämningen pågår har sjukvården hunnit få in människor som uppvisar symptom på mjältbrand. När människor kommer in på sjukhusen och uppvisar symptom som feber, trötthet och lunginflammation sätts antibiotika in i vanlig ordning, trots att man ännu inte konstaterat att det rör sig om mjältbrand. Normalt är det ingen läkare som förväntar sig att denna ovanliga sjukdom ska dyka upp i staden men en läkare som har nåtts av meddelandet att hålla ögonen öppna för dessa symptom ställer mjältbrandsdiagnosen fastän han i vanliga fall skulle ha diagnostiserat symptomen som lunginflammation. Eftersom mjältbrand, enligt Smittskyddslagen, klassas som en samhällsfarlig sjukdom är läkaren sedan skyldig att underrätta stadens smittskyddsläkare. Smittskyddsensheten har beredskap och kan under helgen nås på ett mobiltelefonnummer.

Kommunens miljö- och hälsoskyddsnämnd och smittskyddsläkaren har i detta scenario en nära samverkan. I 12§ i Smittskyddslagen står att ”Smittskyddsläkaren och de kommunala nämnder som fullgör uppgifter inom miljö- och hälsoskyddsområdet skall samverka med varandra och med myndigheter, behandlande läkare och andra som bedriver verksamhet av betydelse för smittskyddet. Särskilt skall nämnderna informera smittskyddsläkaren om iakttagelser som kan vara av betydelse för hans verksamhet och samråda med honom om beslut och andra viktigare åtgärder som berör smittskyddet.”

Vid sjutiden på måndagsmorgonen kan man definitivt konstatera att antraxsporer har spridits över staden. Då har SMHI redan kontaktas i syfte att få fram väderkartor och med deras hjälp beräknas hur antraxsporer sprids över staden.

När utsläppet nu har bekräftats tar representanter från kommunen initiativ till att ställa samman en ledningsgrupp där även representanter från polis, räddningstjänst, sjukvård, militärt försvar och länsstyrelse, finns med. Sakkunskap om biologiska vapen i allmänhet och antrax i synnerhet inhämtas från FOA, andra forskningsorgan och läkare. Länsstyrelsen har ett samordningsansvar när det gäller att hantera större händelser liknande denna, inte minst med avseende på informationsberedskap. Länsstyrelsen har också möjlighet att ta över den kommunala räddningstjänsten vid extraordinära händelser. I alla fall till en början behåller dock kommunen ansvaret för det som nu utspelas.

Det centrala i det fortsatta arbetet blir att informera befolkningen, spärra av det aktuella området samt behandla de sjuka människorna och försöka få fram tillräckligt med antibiotika och vaccin mot mjältbrand. Vaccin mot mjältbrand är dock svårt att få tag på eftersom det inte produceras i Sverige och heller inte finns på lager. Människorna i de områden där det kan vara farligt att vistas utomhus måste hämtas upp och föras till sjukhus. Polisen fortsätter även med brottsutredningen, eftersom händelsen enligt räddningstjänstlagen klassas som en uppsåtlig olycka. Men aktiviteterna riktas primärt mot att försöka rädda människors liv och hälsa.

Den informationsinsats som behövs kan delvis jämföras med den vid ett radioaktivt nedfall; agens syns inte och känns inte, men kan vara extremt farligt för den som exponerats för det.

Ledningsgruppen försöker samordna den information som ska gå ut till medborgarna så att den är entydig och begriplig. En korrekt information till medborgarna är nu av största vikt. Den första informationen går ut klockan åtta på måndagsmorgonen, det vill säga ungefär 43 timmar efter det avsiktliga utsläppet. Kommunens räddningsledare begär sändning i Sveriges radio P4 och i övriga riksradiokanaler, Sveriges television, TV4 och text-tv. Detta kompletteras med det statliga systemet för utomhusalarmering som finns i staden och som nu startas. Alarmet består av sju sekunder långa tonstötter med fjorton sekunders mellanrum. Denna signal innebär att man ska gå inomhus, stänga dörrar, fönster och ventilation samt lyssna på Sveriges Radio P4 (Kommunens räddningstjänstplan). Informationen som går ut säger bland annat att de som befunnit sig i den aktuella staden på lördagseftermiddagen bör uppsöka läkarvård om man känner av symptom som feber, trötthet och andningsproblem. Människorna i de drabbade områdena uppmanas också att stänga fönster och dörrar samt stanna inomhus eftersom kommunen håller på och organiserar säkra transporter till sjukhus samt att försöka hålla sig i närheten av en radio för att kunna ta emot ytterligare information.

Informationen som nu sprids ger även upphov till stor oro och även panik bland stadsborna och bland dem som just besökt staden.

Utöver de 5 000 människor som befunnit sig inom området där molnet passerat befarar ytterligare cirka 5 000 personer i staden att de kan ha utsatts för sporer. Många ringer sjukhusen, kommunen och polisen vilket leder till att det blir mycket svårt att komma fram och få mer information. Vissa människor, både med och utan symptom, börjar bege sig till sjukhusen där långa köer snabbt bildas. En del människor väljer att lämna staden. De flesta väntar dock i sina hem på transport till sjukhus.

En intensiv verksamhet pågår nu runt om i den utsatta staden. Händelsen är ovanlig eftersom den faller utanför den verksamhet som normalt handhas av till exempel räddningstjänsten. Områden som karaktäriseras som farliga avspärras av polis med hjälp av räddningstjänst. Personerna som arbetar i det smittade området har skyddsmasker och skyddskläder på sig. Räddningstjänstens personal har normalt utrustning med andningsskydd och även eget förråd av andningsluft på ryggen. Polis och sjukvårdare utrustas med gasmasker. Polis och räddningstjänst söker upp bussar som kan frakta människor till sjukhusen samt kontaktar Försvarmakten för att få låna skyddsmasker samt för att diskutera om och hur försvarets resurser ytterligare kan användas i räddningsarbetet. Bussar som ska hämta upp eventuellt smittade människor skickas ut till områden där man bedömer det som farligt att vistas utomhus. Människorna som hämtas upp förses med skyddsmasker och körs i skytteltrafik till en större sporthall för sanering samt till sjukhusen för behandling.

Belastningen på sjukvården är stor. Det är problematiskt att få fram nog med patientplatser, ventilatorer, medicin och vaccin. Stadens sjukhusapotek har jour så man kan alltid få tag i en farmaceut som kan tillhandahålla läkemedel. Det finns mycket penicillin på lager, dock inte tillräckligt till flera tusen människor. Därför kontaktas Kronans Droghandel som förmedlar mediciner etc. från fabrikanter och ut till apoteken. Även andra städers apotek kontaktas. Apoteket Scheele i Stockholm har till exempel alltid öppet och kan skicka läkemedel dit det behövs. Om det antibiotika som krävs (för mjältbrand rekommenderas ciprofloxacin alternativt

doxycycline), mot förmodan, ändå inte räcker till finns möjlighet att vända sig direkt till fabrikanterna eller till det centralapotek som finns i Hamburg.

Det går att vaccinera sig mot antrax, men på grund av den låga efterfrågan inom Sverige återfinns dock inte vaccinet i FASS. Från apoteken vänder man sig därför till Statens bakteriologiska laboratorier (SBL) för att be om hjälp med information om vaccin mot mjältbrand. Samtidigt rekommenderas alla som befunnit sig i staden den aktuella dagen att vaccinera sig och efter denna händelse ökar även efterfrågan på vaccinering kraftigt i hela riket.

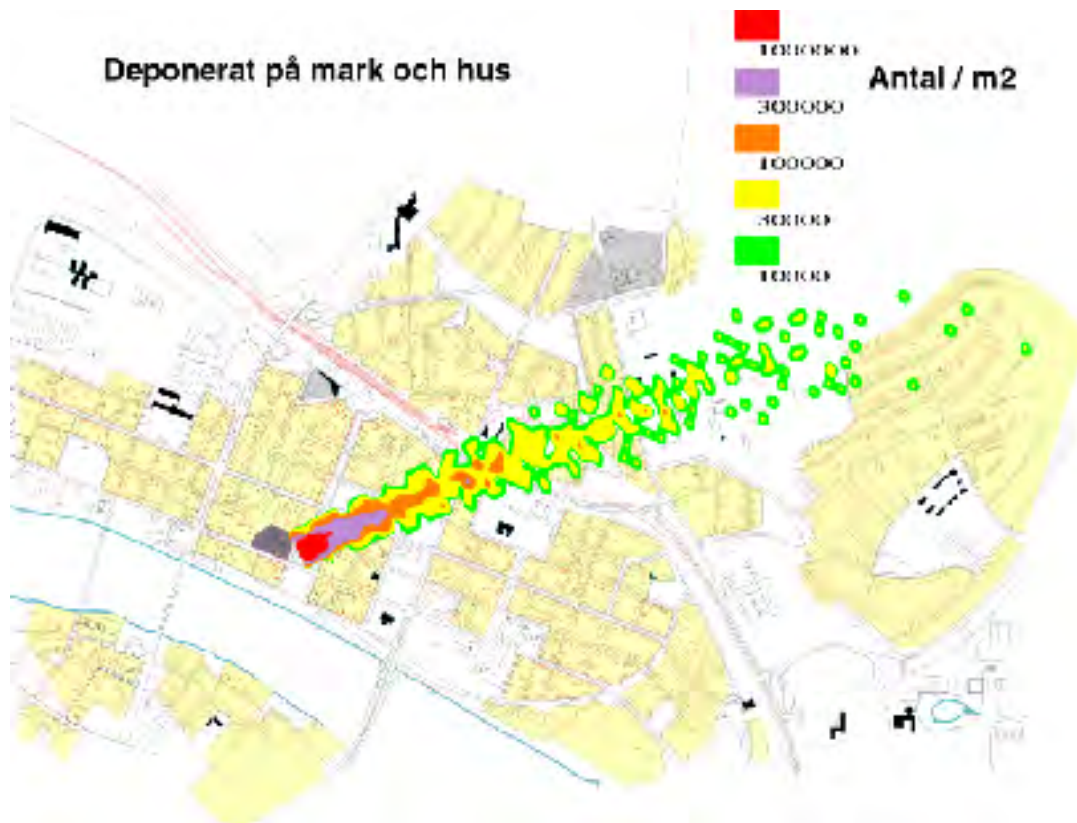
Via ventilationssystemen kommer även ett fåtal sporer in i husen, eftersom det rör sig om ett sådant litet antal är de dock i princip ofarliga och man kan betraktas som skyddad inomhus. Detta hindrar dock inte att många människor är oroliga och söker vård trots att de befunnit sig inomhus. Risker att människor som befunnit sig i molnet och andats in sporer eller fått dessa på kläderna sedan i sin tur smittar andra människor i sin närhet är försumbar. Det betyder att exempelvis de passagerare som sitter på samma buss som de påstigande stadsborna och för fotbollsspelarnas familjer hemmavid med all sannolikhet inte kommer att drabbas. Möjligen kan en person som kommer mycket nära kontaminerade kläder, påverkas och senare utveckla symptom. Åtskilliga av de tamdjur som befunnit sig i det aktuella området kommer att insjukna och måste i avlivas.

Eftersom antraxsporererna är mycket resistenta och farliga blir saneringsarbetet, av såväl människor som egendom, både svårt och oerhört resurskrävande. Kläderna som kan ha utsatts för sporer bränns upp. Människorna saneras i första hand med hjälp av tvål och vatten. Eftersom räddningstjänstens uppgift är att rädda liv och egendom hjälper de sjukvården med saneringen. Det smutsiga vattnet samlas upp för säker förvaring. Eftersom det snart har gått ett antal dygn sedan molnet passerat har många personer redan hunnit duscha varför de farliga sporererna också har gått ut via avloppssystemen. Primärt har detta dock betraktats som försumbart som spridningskälla i detta scenario.

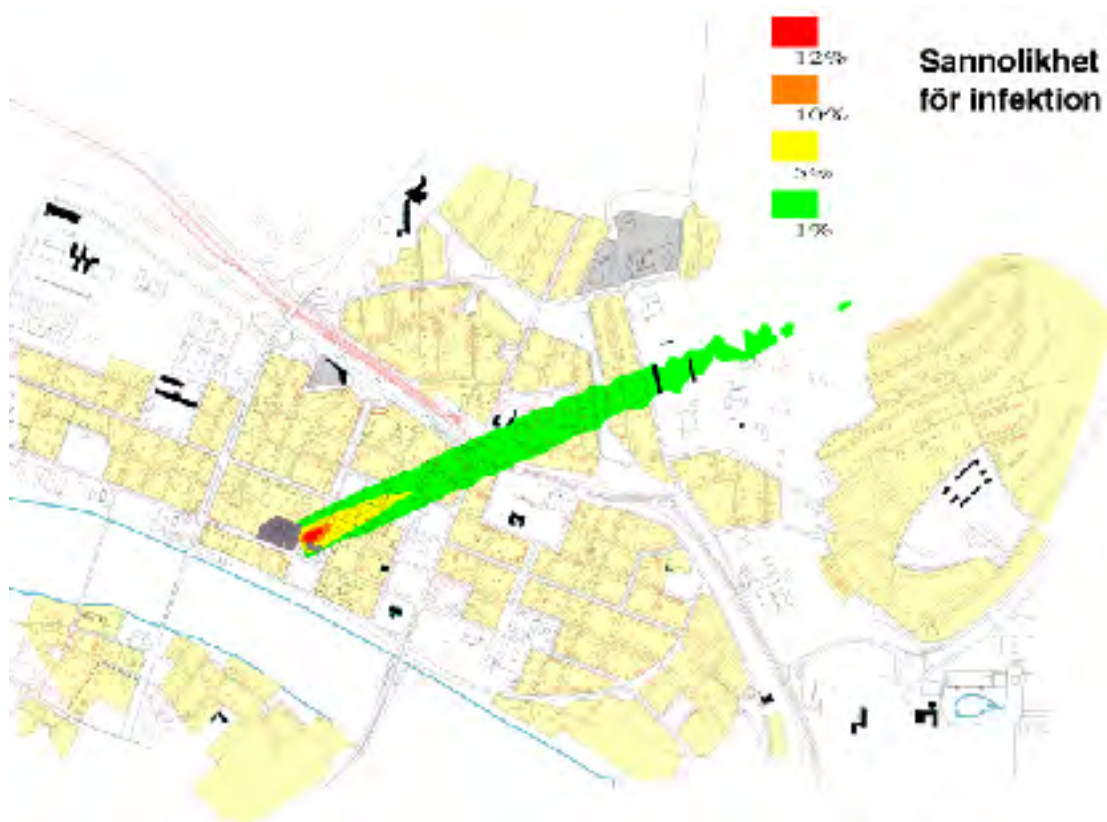
Praktiskt taget alla fysiska strukturer måste saneras. Detta är ett enormt arbete. Bebyggelsen i det aktuella området (se figur 2.8) skrubbas med desinfektionsmedel som exempelvis formaldehyd, vägar asfalteras om och gräsmattor fraktas bort. Ändå är det många som i fortsättningen inte vill besöka och än mindre bo i staden. Få vill längre bo i husen kring torget och ingen vill handla i de kringliggande affärerna. Staden kommer för mycket lång tid framöver att förknippas med det avsiktliga utsläppet av mjältbrandssporer, något som förmodligen kommer att påverka stadens befolkningsutveckling och näringsliv på ett mycket negativt sätt. Händelsen medför enorma kostnader. Kommunen får själv stå för en del men huvuddelen betalas av staten. Försäkringsbolag får även de vara med och betala.

Bland de 5 000 personer som på lördagseftermiddagen befunnit sig i det farliga molnet, befann sig cirka 2 000 personer på och kring torget, 2 000 personer satt på fotbollsläktaren och 1000 människor fanns utspridda i övriga kontaminerade områden.

Av de personer som befann sig vid torget har 240 personer infekterats av sporererna. Bland övriga har 65 personer smittats. Totalt är det alltså 315 personer som har blivit infekterade av antraxsporer under den tid då molnet passerade under lördagen (se figur 2.9). Inkubationstiden varierar beroende på den dos (mängd av sporer) man utsatts för. Följaktligen kommer dessa personer att insjukna vid skilda tidpunkter, inom ett spann av ett och sex dygn efter smittotillfället.



Figur 2.8: Kvarvarande effekter efter hela utsläppsförloppet av antraxsporer, c:a. 30 minuter efter utsläppets början. Färgerna anger antalet sporer per m² som hamnat på mark och byggnader.



Figur 2.9: Effekten av utsläppet av antraxsporer. Färgerna anger sannolikheten för att en människa som befinner sig utomhus vid molnpassagen ska bli sjuk, med andra ord andelen av de utsatta som insjuknar.

Ytterligare ett antal personer har senare sekundärkontaminerats, exempelvis smittas två av de knattelagsspelare som under söndagseftermiddagen tränat på den berörda fotbollsplanen.

2.3 Möjlig och tänkbar händelse?

Det finns flera exempel på att antraxsporer spridits ut likväl i obebodda som i bebodda områden. Under andra världskriget ville Storbritannien få fram nya vapen mot nazityskland och prövade därför att släppa ut mjältbrandssporer på den obebodda ön utanför nordvästra kusten till Skottland, Gruinard Island. Ämnet visade sig vara effektivt; de få som fanns på ön dog. Det visade sig även att mjältbrandssporerna är enastående tåliga och kan leva vidare i marken i flera årtionden för att därefter smitta på nytt. Gruinard Island förblev kontaminerat i 45 år, ända till dess att Storbritannien lät avlöva hela ön med växtgifter och därefter besprutade den med formaldehyd (Kaplan och Marshall, 1996, 119).

1979 inträffade en allvarlig olycka i en sovjetisk anläggning för biologiska stridsmedel i staden Sverdlovsk. Ett moln av mjältbrandssporer släpptes ut och sjukdomen spreds till minst 96 personer varav 67% avled (Kaplan och Marshall, 1996, 118-119 och Meselson, M. *et al.*, (1994)).

Den japanska sekten, Aum Shinrikiyo, försökte mellan 1990 och 1993 vid nio tillfällen sprida biologiskt agens från en av sektens egna fastigheter i Tokyo. Att sekten vid dessa försök misslyckades med sina försök att göra sin samtid medveten om världens nära förestående undergång berodde inte bara på svårigheterna med själva spridningen av ämnet. Det som räddade omgivningen vid dessa tillfällen var också att sporerne inte var nog virulenta (Kaplan i Tucker red, 2000, 216).

Konsekvenserna av att använda antraxsporer som stridsmedel kan bli mycket svåra. Enligt en uppskattning skulle en stridsspets med mjältbrandssporer som detonerade i Washington kunna döda upp till 100 000 människor. Om ett flygplan skulle släppa ut 100 kilo antraxsporer över samma stad skulle detta kunna döda miljoner människor (Kaplan och Marshall, 1997, 119).

En av de faktorer som påverkar tillgången till biologiska vapen är självklart kunskapen om vapnens framställning. I det forna Sovjetunionen antas 70 000 forskare och tekniker varav bara ett fåtal med ingående kunskap, ha varit sysselsatta med framställningen av biologiska vapen. Idag vet man att situationen i Ryssland medför att dessa yrkesgrupper har svårt att finna arbete, varför de ibland kan frestas att ställa sina tjänster till förfogande hos andra stater. Det rapporteras bland annat att minst fem av dessa experter på biologiska vapen har lämnat Ryssland och nu finns i Iran (Harmon 2000, 169).

Presentationen av händelseförloppet och räddningsarbetet bygger på den information som erhållits via intervjuerna, studiebesöken och den befintliga dokumentationen. Vi menar att presentationen ger en mycket rimlig bild av hur arbetet kan komma att se ut.

3. Sarinutsläppet

3.1 Händelseförloppet

Sedan några år tillbaka anordnas varje sommar i en svensk storstad en stor manifestation till förmån för de homosexuellas rättigheter. Den benämns vanligen Gay Pride Festivalen.

En parad anordnas i centrala staden. En stor mängd människor strömmar till för att delta i, eller som åskådare betrakta, den parad som skall utgå från Freja torg klockan 12.30 och avslutas efter en cirka 2 km lång promenad till Centrumparken. Det varma augustivädret gör att det denna lördag befinner sig många människor i området också av så vardagliga skäl som att göra inköp eller att träffa bekanta på närliggande caféer. Som brukligt är vid demonstrationer av olika slag har polisen i förväg gjort de avspärningar som bedömts nödvändiga. Avspärningarna försämrar något framkomligheten för bilister vilket bidrar till att många tar sig till Freja torg med buss eller tunnelbana. När tolvslaget närmar sig råder karnevalsstämning på Freja torg. Mängder av åskådare kantar kortgevägen och fortfarande strömmar människor till. Cirka 20 000 människor är i rörelse längs gatorna.

När klockan är 12.00 kan de resenärer som befinner sig på Freja tunnelbanestation se hur en man kastar en större glasflaska som krossas mot golvet nedanför rulltrappan. Springande försvinner mannen uppför rulltrappan och in i folkvimlet på Freja torg.

Genom detta ögonblicksverk, krossandet av en flaska, förvandlas Freja tunnelbanestation efterhand till ett inferno. Av de 300 människorna som befinner sig på tunnelbanestationen i det ögonblick flaskan krossas kommer ett stort antal att dödas eller skadas av flaskans innehåll, 1 liter av nervgasen sarin i 30 procentig koncentration.

Freja tunnelbanestation är en av de äldsta i staden. En av de faktorer som kommer att försvåra situationen är det faktum att Freja tunnelbanestation endast har en utgång. Mellan markplan och plattform löper en rulltrappa vars branta lutning gör att man måste ta sig nära nog ända ned för att få översikt över plattformen. Också detta kommer att visa sig vara en försvårande faktor vid räddningsarbetet.

Av de människor som befinner sig på utrymmet i det ögonblick flaskan krossas och dess innehåll sprids får två personer den dödliga vätskan på kläderna, ytterligare tre av dem kommer att föra med sig små mängder av vätskan under skosolorna. Innehållet i flaskan bildar snabbt en 2 m² stor pöl på golvet, fläckvis utspridd på c:a 100 m².

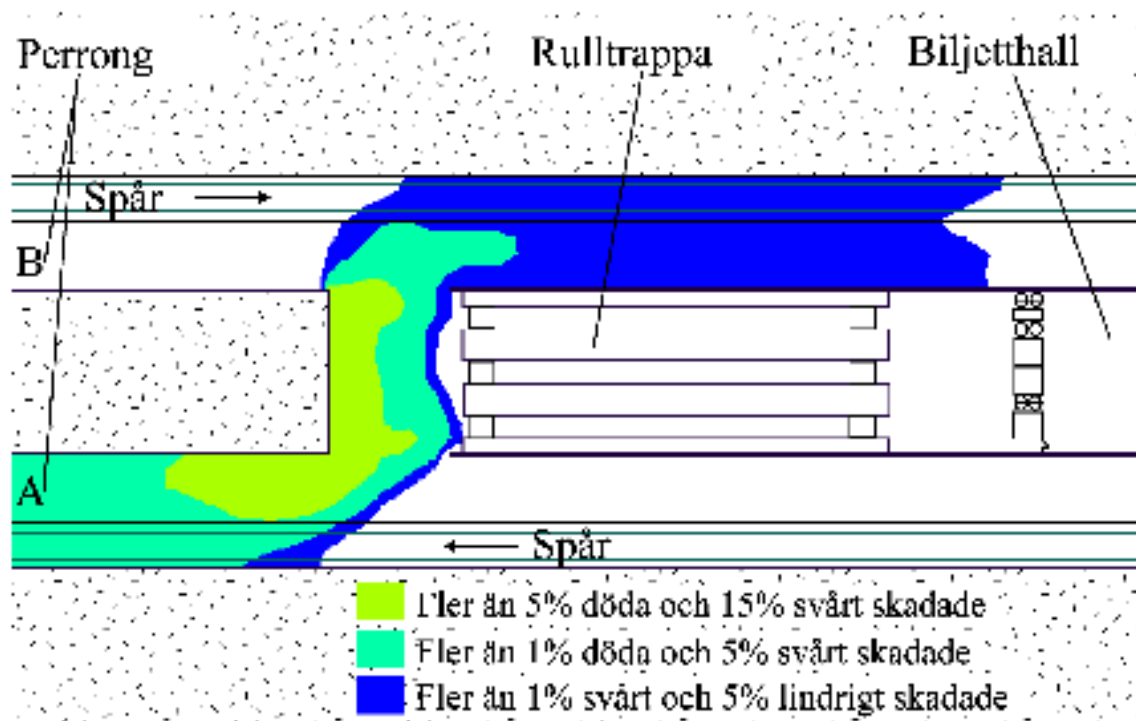
Tio sekunder efter att flaskan krossats, klockan 12.00.10, anländer ett norrgående tåg till plattform A. Vinddraget som uppstår strax innan tågets ankomst påverkar spridningen av det giftmoln som bildats. Sammanlagt stiger 200 människor på det norrgående tåget. De 150 personer som står på perrongens norra del och därmed stiger på tågets främre vagnar slipper samtliga att drabbas av giftgasen. Det femtiotal resenärer som befinner sig på perrongens södra del, i närheten av rulltrappan, har däremot under dessa tio sekunder exponerats för gasen. De tar alla plats i de två sista vagnarna. Bland dem finns de fem som bär med sig det dödliga giftet på kläder och skor.

I det ögonblick de två personer som fått sarin på sina kläder, kliver ombord på den sista vagnen i tåget känner de själva av giftgasen. De lyckas dock att sätta sig innan de drabbas av andningsbesvär, kramper och medvetslöshet. Också ett antal övriga i den grupp på tjugotalet personer som stiger ombord på samma vagn uppvisar tecken på sjukdom. En handfull av dem

hostar och har rinnande näsa. En person med uppenbara problem att gå faller omkull och drabbas av kramper i samma sekund som tåget sätts i rörelse. Detta föranleder en resenär, som själv stigit på tåget på föregående station, att på mobiltelefonen ringa larmnumret 112; klockan är nu 12.01.20. I denna tågets sista vagn finns vid avgången 50 personer.

Ombord på vagnen framför har, tillsammans med de resande som sedan tidigare funnits ombord, ytterligare nära trettio personer tagit plats. Bland dem finns de tre personer som fått sår under sina skor, också dessa känner nu av giftets skadeverkningar. De resandes skara utgörs i denna vagn av sammanlagt 45 personer.

De avstigande, ungefär 600 personer, kliver ovetande in i det giftmoln som sprider sig på tunnelbanestationen och nu också inne i tågets två sista vagnar. Av de avstigande har en majoritet Freja station som resmål. De kommer att på sin väg ut ur stationen passera genom gasmolnet vilket medför att 18 av de 600 personerna får så svåra skador att de avlider. Ytterligare 60 personer ådrar sig svåra skador medan resten får lindriga skador (se Figur 3.1)



FIGUR 3.1: Skadeutfall efter 1 minut. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. Tunnelbanetågens påverkan på luftrörelserna är tydliga, tågen för luft med sig när de passerar.

Det femtontal personer som har för avsikt att byta till ett södergående tåg kommer att exponeras för den giftiga gasen under längre tid då det går över till perrong B där ett hundratal resenärer redan inväntar ett södergående tåg. Skaran utökas med ytterligare ett femtiotal personer som nu strömmar ned för rulltrappan. Klockan 12.02.00 anländer södergående tåg till Freja station. Av de 300 personer som kliver av ser många genast att något inträffat på perrongen. Av de som under de gångna två minuterna befunnit sig på Freja station har ett flertal personer redan drabbats av svåra

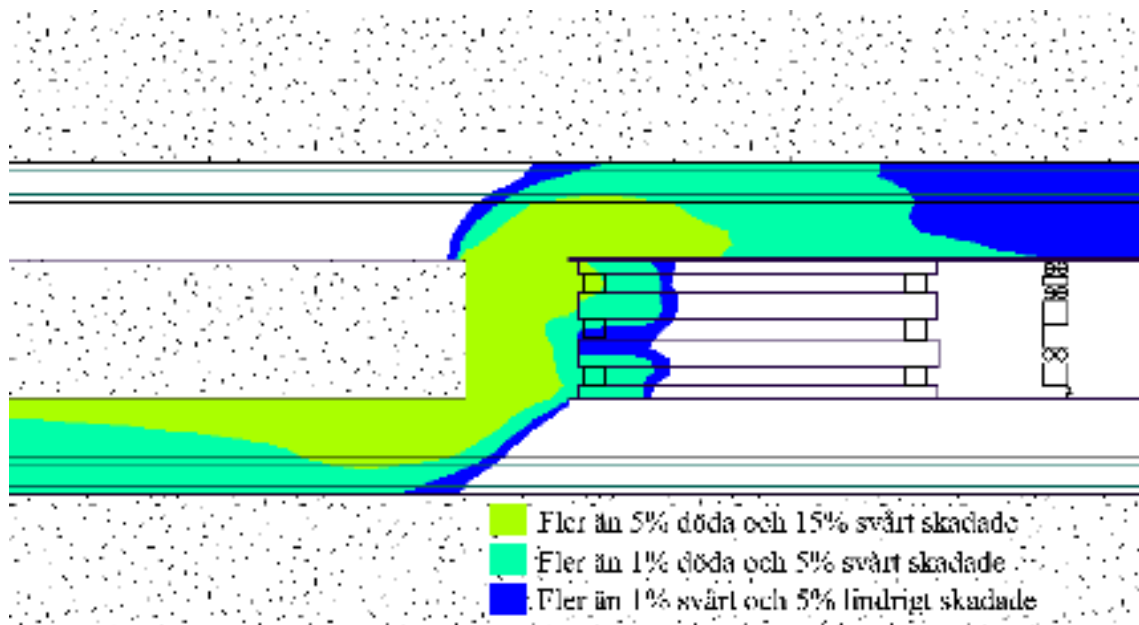
symptom. Detta leder till att tre personer ringer larmnumret 112. I den panik och trängsel som uppstår blir det svårt att ta sig upp för den enda rulltrappan.

Det har nu förflutit två minuter sedan flaskan krossades och det ännu växande gasmolnet täcker delar av rulltrappan (se Figur 3.2).

Effekten blir att av de 300 personer som stigit av tåget så avlider 30, ytterligare ett sextiotal ådrar sig svåra skador, medan de resterande drygt 200 personerna drabbas av lindriga skador.

Sammanlagt har från de två tåg som anlant till Freja station 900 personer anlant sedan flaskan med sarin krossades.

3.2 Räddningsarbetet



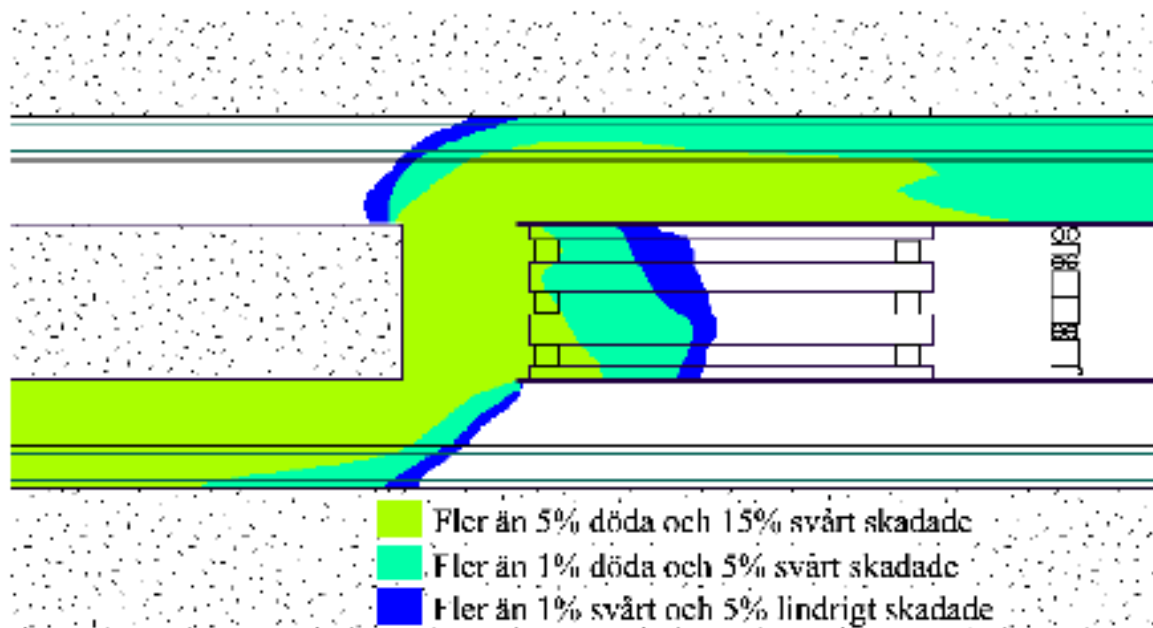
FIGUR 3.2: Skadefall efter 2 minuter. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. I övrigt som figur 3.1

Att det utrymme i vilket flaskan krossas är en tunnelbanestation påverkar händelseförloppet och försvårar räddningsarbetet, inte minst därför att skadade människor från Freja station snabbt förflyttar sig till flera andra platser.

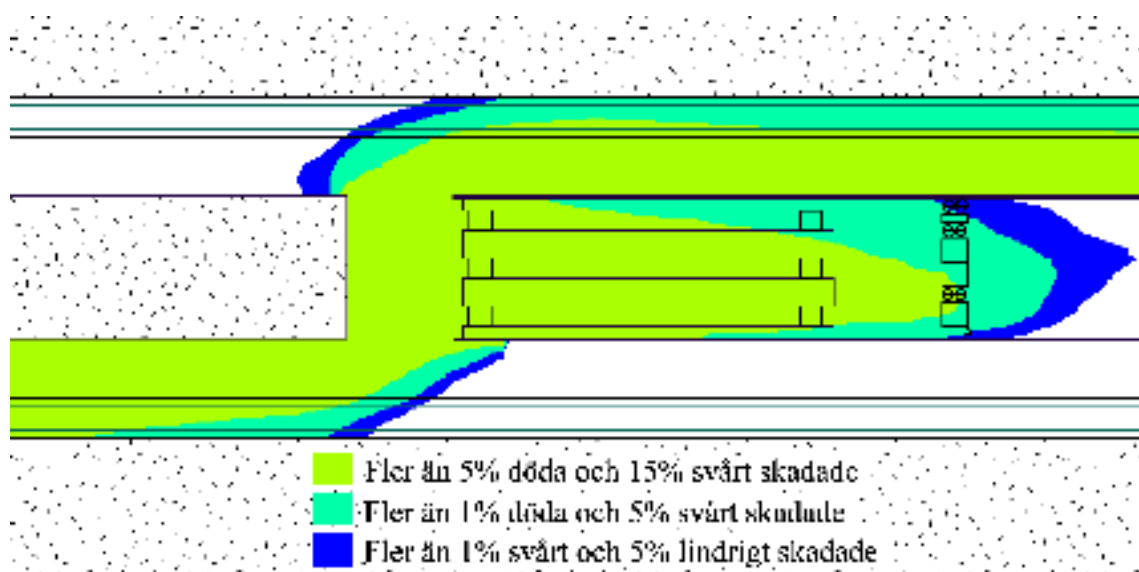
Det första samtalet till SOS-Alarm kommer klockan 12.01.20. Personen som ringer har nu upptäckt att förutom att en person som fallit ihop i vad som framstår som ett epilepsianfall så har ytterligare två personer drabbats av medvetslöshet sittandes i sina säten. Ombord på tåget på väg mellan Freja och Idun tunnelbanestation finns, enligt den som alarmerar, alltså tre personer som behöver hjälp varför personen som ringer påtalar att ambulans bör skickas till Idun. Tre ambulanser dirigeras till Idun tunnelbanestation där tåget förväntas anlända klockan 12.04.

Samtidigt som detta samtal pågår ringer tre personer SOS-alarm och meddelar att inne på Freja tunnelbanestation har ett flertal personer drabbats av symptom på sjukdom. Av dem som befunnit sig i sارينpörens absoluta närhet under hela den tid utsläppet varat har nu ett tiotal personer fått svår hosta, muskelryckningar och kräkningar. Det helt osynliga sarinmolnet som sprids över ett allt större område inne i lokalen är dock inget föraren av tunnelbanetåget noterar, tåget fortsätter därför söderut mot Loke station där det förväntas anlända klockan 12.08.

Av det dryga hundratalet personer som haft för avsikt att åka med södergående tåg blir ett trettioital kvar på Freja station. En handfull av dem som blir kvar på perrongen kan själva, eller med hjälp av andra, ta sig upp för trappan och ut på Freja torg. Kvar på perrongen blir alltså 25 personer som nu utsatts för gasen under drygt två minuter.

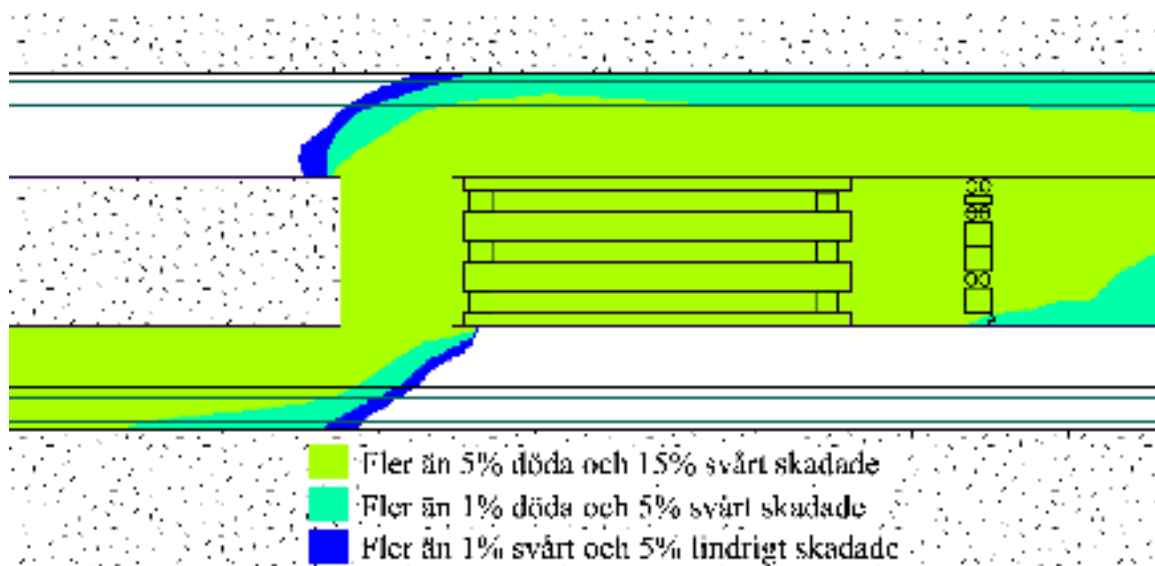


FIGUR 3.3: Skadeutfall efter 3 minuter. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. I övrigt som figur 3.1.



FIGUR 3.4: Skadeutfall efter 4 minuter. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. I övrigt som figur 3.1.

Det har nu förflutit dryga två minuter sedan flaskan krossats. Nu flyr människor upp för rulltrappan för att undkomma gasen. Tågens rörelser har dock bidragit till att sprida gasmolnet så att de flyende inte heller i rulltrappan upp till stationens enda utgång undgår gasen. Klockan 12.02.30 görs så spärrvakten uppmärksam på att något hänt. Spärrvakten slår larm till tunnelledningscentralen (TUC). Nedanför rulltrappan har nu ett flertal personer drabbats av så svåra symptom att de inte tar sig upp för egen maskin. Utanför tunnelbanestationen finns med anledning av den planerade paraden ett antal poliser som till fots patrullerar i området. Två av dem noterar nu att något hänt inne på stationen. De tar sig därför ned för rulltrappan ovetande om att de därmed utsätter sig själva för den osynliga och dödliga gasen. Trappans branta lutning medför att



FIGUR 3.5: Skadeutfall efter 5 minuter. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. I övrigt som figur 3.1.

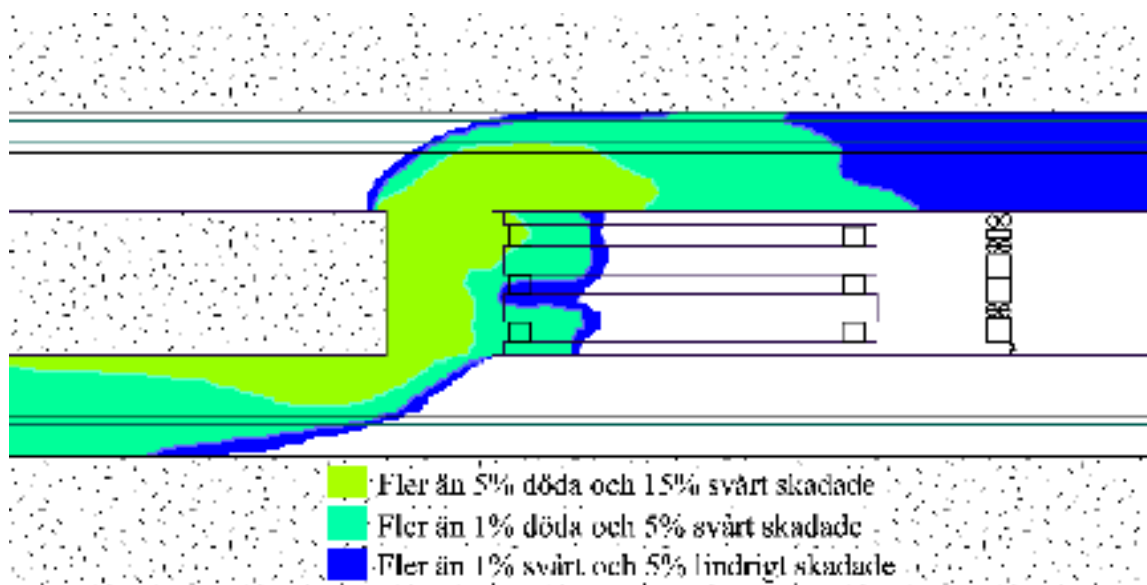
poliserna nästan hinner ända ned till perrongplanet innan de ser att där finns flera människor som sjunkit ihop på golvet. De hör människor hosta och kvida. Poliserna känner nu själva av gasen genom att det börjar rinna från deras ögon och näsor. De meddelar via radio att gas på något sätt släppts ut på Freja station. Trots att poliserna genast vänder för att sätta sig i säkerhet har de utsatts för en så pass hög koncentration av gasen att de båda två drabbats av hosta och kräkningar. Under de följande minuterna sprider sig den farliga gasen allt mer (se Figur 3.3 respektive 3.5).

Förare av såväl norr- som södergående tåg blir klockan 12.03.30 informerade om att de kan ha skadade personer ombord. Samtidigt stoppas all trafik till Freja. Larm går nu till ambulans och tunnelbanepolis. Tre ambulanser skickas till Idun tunnelbanestation, ytterligare tre till Freja. Via högtalarsystemet ombord på tågen ombeds resenärerna att de vid ankomst till Idun och Loke skall underlätta evakueringen av skadade genom att bereda väg för ambulanspersonalen på perrongen.

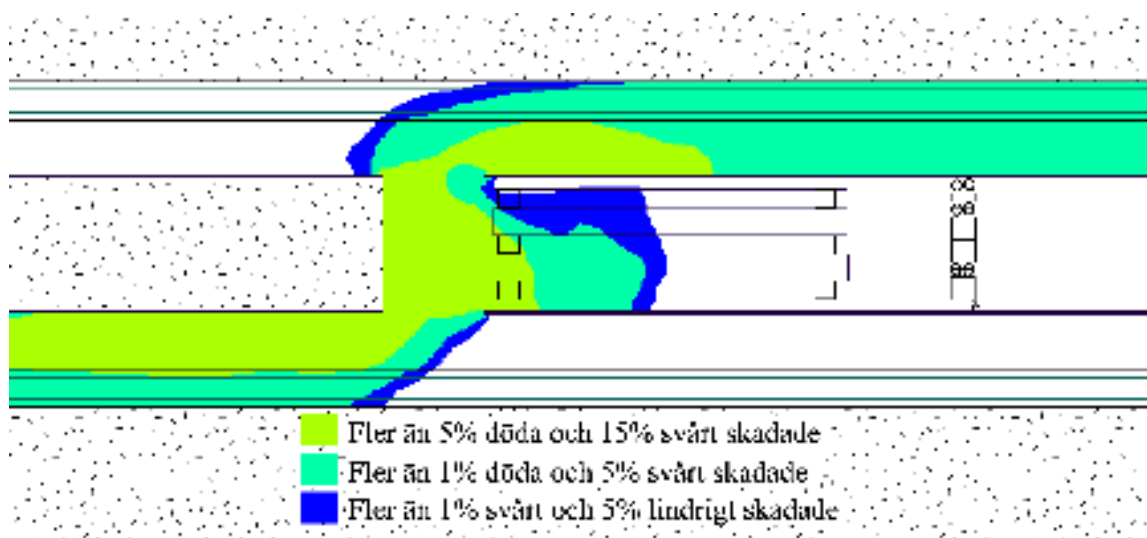
När norrgående tåg anländer till Idun tunnelbanestation klockan 12.04 har också de tre personer som medfört sår under skorna nu försjunkit in i djup medvetslöshet. Ytterligare femton av de totalt femtio personer ombord på tågets näst sista vagn har drabbats av symptom av varierande svårighetsgrad. Några av de skadade har svårt att för egen maskin ta sig ut ur vagnen. På perrongen finns, då de tre ambulanserna anländer, ett tjugotal personer som uppvisar tecken på förgiftning. Utan att inse att de utsätter sig för risk att själva skadas påbörjar ambulanspersonalen räddningsarbetet. Ombord på tågets två sista vagnar finner de sex personer som redan avlidit.

De som inte själva kan ta sig upp via rulltrapporna får hjälp att ta sig ut i luften. Utanför Freja tunnelbanestation råder nu full panik. Också ombord på tåget till Loke har ett trettiotal resenärer drabbats av svår hosta och rinnande ögon. När tåget anländer till Loke har ett tiotal personer drabbats av så svåra symptom att de inte själva kan ta sig ut på plattformen. De har alla stått i närheten av rulltrappan på Freja i väntan på tåget. De övriga drygt 300 passagerarna klarar sig dock oskadda.

Klockan 12.05 anländer den första ambulansen till Freja station. Av spärrvakten och av dem som på egen hand tagit sig upp till markplan får de höra att skadade personer finns på plattformen. Ambulanspersonalen får också höra att de poliser som gett sig ned i rulltrappan själva skadats av ångorna. Av dem som lyckats ta sig upp och ut i friska luften har ett hundratal personer nu



FIGUR 3.6: Skadeutfall mellan 1 till 2 minuter efter utsläppet. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. Bilden visar utfallet om människor befinner sig på markerad plats endast mellan 1 till 2 minuter efter utsläppet. I övrigt som figur 3.1.



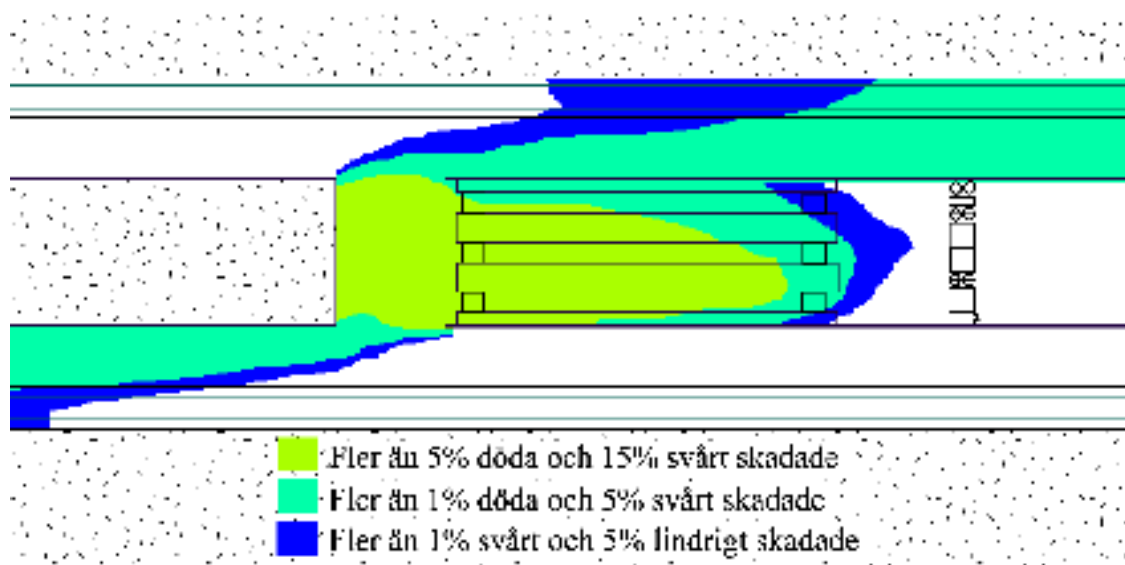
FIGUR 3.7: Skadeutfall mellan 2 till 3 minuter efter utsläppet. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. Bilden visar utfallet om människor befinner sig på markerad plats endast mellan 2 till 3 minuter efter utsläppet. I övrigt som figur 3.1.

drabbats av kraftig hosta, några av dem kräks. En person ligger på marken och har drabbats av andningsstillestånd. Personen tas omhand av ambulanspersonalen som för den skadade till närmsta akutsjukhus.

När det förflutit tio minuter sedan flaskan krossats har ett stort antal larm inkommit till larmcentralen. Så småningom inses att denna katastrof utspelar sig på tre ställen i staden. En stor del av det femtiotal ambulanser som finns i länet dirigeras till de tre tunnelbanestationer där skadade samlats. Det står nu klart att utsläppet av gas skett inne på Freja station. Inom 20 minuter har kemdykare påbörjat evakueringen av skadade på de tre stationerna. Inne på Freja station finner räddningspersonalen 48 personer som avlidit av gasen och ytterligare nära 100 som skadats svårt. Efter ytterligare 5 minuter har man fått en indikation på vilken gas det är, och några minuter senare kan man med god säkerhet anta att det är sarin som frigjorts i tunnelbanestationen.

På den närliggande brandstationen upprättas en inre stab med uppgift att leda räddningsarbetet. På de tre drabbade tunnelbanestationerna upprättas också ledningsplatser där personal från räddningstjänst, sjukvård och polis samarbetar med stöd av den inre staben. Via staben startas en inventering av de resurser sjukvården har till sitt förfogande. Information utgår till de sju akutsjukhusen att personer som skadats av sarin kan komma att söka vård.

Vid räddningsarbetet är ett avgörande problem den sanering av skadade som måste vidtas. Det är mycket viktigt att saneringen sker så fort som möjligt i syfte att snabbt avbryta förgiftningen. Eftersom det har konstaterats att det är någon form av farlig gas får ambulanspersonalen order om att inte ta in ytterligare skadade personer i ambulansen utan att sanera dem på plats för att minska överföringsrisken. Dessutom finns på ett av stadens större sjukhus en saneringsanläggning som också kommer att tas i bruk. I staden finns det två saneringsvagnar som, en timme efter sjukhuset fått larmet, står iordningsställda med personal iförda skyddskläder på Freja respektive Idun tunnelbanestation. Människorna som ska saneras får ta av sig sina kläder samt glasögon, ringar med mera. Tillhörigheterna läggs i förslutbara påsar som numreras, människorna får samma nummer skrivet på kroppen. Kläderna kommer senare att brännas upp men sparas ett tag eftersom polisen vid brottsutredningen kan vilja studera kläderna i syfte att säkra eventuella bevis mot



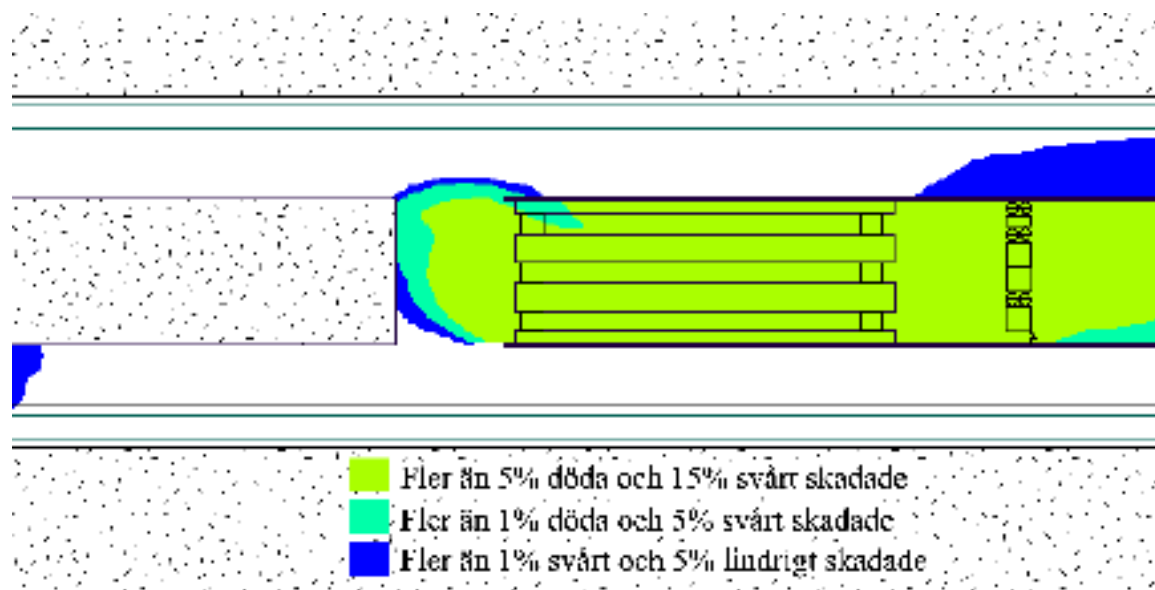
FIGUR 3.8: Skadeutfall mellan 3 till 4 minuter efter utsläppet. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. Bilden visar utfallet om människor befinner sig på markerad plats endast mellan 3 till 4 minuter efter utsläppet. I övrigt som figur 3.1.

förövaren. Personliga saker som smycken, glasögon med mera kan senare saneras. De skadade (eller förmodat skadade) människorna pudras med personsaneringsmedel PS 104 (torrsanering) varefter de duschas, skrubbas och förses med filter. Många personer är så allvarligt skadade att de inte klarar av att gå själva utan behöver bär- eller ledhjälp. Det tar lång tid att sanera de skadade. I varje vagn kan endast tre personer saneras åt gången och varje person tar fem till femton minuter (beroende på om personen kan gå själv eller inte). Därför kan det även bli aktuellt att samla ihop människor i något lämpligt närliggande utrymme och utföra saneringsåtgärder där.

Ungefär 300 av det aktuella landstingets personal är saneringsutbildade och vet därför hur de ska arbeta. Saneringsarbetet är dock mycket tidskrävande, personalen orkar inte heller arbeta längre än 30 minuter till en timme i skyddsdräkterna. Många skadade fraktas för sanering till det av stadens sjukhus som har en anläggning för detta. Eftersom sårskadade personer behöver frisk luft försöker man få fram öppna lastbilar som kan frakta människorna, också bussar som senare saneras, används. Många personer har också på egen hand tagit sig in till sjukhusen, de skadade kan då lätt kontaminera andra patienter likväl som sjukvårdspersonalen. Då sjukvårdsresurserna är begränsade, framför allt på olycksplatsen, och behovet av vård är stort måste prioriteringar ske. Ambulanssjukvårdarna, som är de första på plats, ansvarar för prioritering tills sjuksköterskor och/eller läkare kommer till platsen. Till sin hjälp har man de prioritetskort som finns i samtliga ambulanser, akutbilar, ambulanshelikoptrar och i sjukvårdsgruppers utrustning. Kortet hängs runt halsen på de skadade och indikerar deras vårdstatus. Rött kort innebär att skadorna är mycket brådskande (livshotande), gult kort brådskande (kan vänta), grönt kort ej brådskande (ska vänta) och svart/vitt prioritetskort innebär att personen som bär det är död (Central medicinsk katastrofplan för Stockholms läns landsting, 28f). Vid sarinförgiftning sker en snabb övergång från att vara ett brådskande fall till att bli ett mycket brådskande fall med livshotande skador. Eventuellt blir vissa personer med livshotande skador bortprioriterade på grund av att man satsar de begränsade resurserna där det finns större chans att patienten överlever.

Vården av de skadade personerna är mycket resurskrävande. Till en början måste patienten medicineras med femton minuters intervall och vissa personer kan behöva ligga kvar på sjukhuset i upp till en vecka. Ett logistiskt problem blir att från olika lasarett till platsen transportera tillräckliga mängder av de motgifter som behövs vid behandling.

En av de funktioner den inre staben har är att via massmedia informera allmänheten om läget och



FIGUR 3.9: Skadeutfall mellan 4 till 5 minuter efter utsläppet. Vy av tunnelbanestationen uppifrån. Bilden visar utfallet om människor befinner sig på markerad plats endast mellan 4 till 5 minuter efter utsläppet. I övrigt som figur 3.1.

om hur de skall agera i den uppkomna krisen. De som drabbas av olyckor och sjukdom av andra slag och som måste uppsöka sjukhus informeras om att de skall uppsöka andra sjukhus än de sjukhus som tar emot skadade från gasutsläppet.

På tunnelbanestationen finns sarin kvar i gasform tills cirka sex timmar efter utsläppet. Sammanlagt har 58 privatpersoner avlidit, 158 har ådragit sig svåra skador medan ytterligare 802 drabbats av lindriga skador. Utöver detta har ett trettiotal personer skadats inom sjukvård, polis och räddningstjänst. Bland de personer som avlidit finns ett flertal resenärer från de två tåg som lämnat Freja efter det att flaskan krossats. Då de personer som haft Freja som resmål, alltså 900 personer, samtliga passerar genom gasmolnet på sin väg ut genom stationens enda utgång så finns också bland dem nära ett femtiotal döda. Ingen av dessa 900 personer har tagit sig helt oskadade ut ur stationsbyggnaden. Längre befinner sig ett stort antal svårt skadade på sjukhus. Utöver de cirka 1000 personer som avlidit eller skadats av gasen så har ytterligare ett stort antal människor tagit sig till sjukhus i tron att de utsatts för giftet. Detta utsätter sjukvårdsapparaten i regionen för ytterligare påfrestning.

3.3 Möjlig och tänkbar händelse?

Händelseförloppet som presenteras baseras på intervjuer med personer som i sitt yrke skulle engageras i räddningsarbetet. Utöver detta har erfarenheter om sarinutsläppet i Tokyos tunnelbana inhämtats från tillgänglig litteratur. Likaså har den tänkta tunnelbanestationen besökts.

Sarin tillhör de organiska fosforföreningar som år 1936 framställdes vid I. G. Farbens utvecklingslaboratorier i Tyskland. Ämnet var vid dess utveckling avsett att användas som insektsbekämpningsmedel men kom snart att ingå i den tyska vapenarsenalen. Något militär bruk av ämnet blev dock aldrig aktuellt. Att just sarin kom att bli det ämne den japanska sekten Aum Shinrikyo valde att framställa och använda vid attacken i Tokyos tunnelbana den 20 mars 1995 berodde på att de råvaror som erfordras är enkla att anskaffa samt att framställningen av ämnet bedömdes som förhållandevis enkel. Att några av sektens medlemmar till sin profession var välutbildade kemister bör tilläggas. Någon omedelbar framgång med framställningen hade dock inte sektens kemister. Vid framställningen av sarin använde sektens kemister en metod de antas ha lärt av ryska anhängare. Den som enligt sekten sägs att, för 100 000 amerikanska dollar, ha sålt sovjetiska militära hemligheter är den tidigare sekreteraren vid ryska säkerhetsrådet, Oleg Lobov. Sektens första lyckade användande av kemiska vapen skedde 1994 i staden Matsumoto. Under ungefär tio minuter sprayade sektmedlemmar ut sarin, vilket dödade sju personer och allvarligt skadade 144 (Kaplan i Tucker red, 2000, 217).

Att en enskild person, i Sverige, på egen hand skulle kunna framställa sarin är något som inte kan uteslutas, vilket inte i sig säger att det heller är särskilt troligt. Den japanska sekten införskaffade under sina resor i de tidigare sovjetrepublikerna förutom kunskap om sarintillverkning även en militärhelikopter. Det visar att kunskap och materiel kan göras tillgängligt (Kaplan i Tucker, 2000, 216). Baserat på detta antas att det ovan presenterade scenariot inte av några rent tekniska skäl kan uteslutas som tänkbart.

Den förövare som utfört denna hypotetiska illgärning antas ha drivits till handlingen av homofobi, alltså en sjuklig rädsla för homosexuella. Att homosexuella och andra sexuella minoriteter ofta utsätts för våld och hot därom är i dagens Sverige inte ovanligt. Att någon enskild individ av sin skräck och avsky inför sexuella minoriteter skulle drivas till ett brott liknande det ovan presenterade kan inte avfärdas helt. Den terrorattack som hittills krävt flest människoliv i USA förövades 1995 av en ensam gärningsman då Timothy McVeigh, med en hemmagjord bomb placerad utanför en offentlig byggnad i Oklahoma, dödade 168 personer (Harmon, 2000, 4). Det finns flera andra exempel på planerade och/eller genomförda terroristdåd där förövaren varit en ensam gärningsman. ”Unabombaren” i USA skickade paketbomber som dödade tre människor.

Dessutom hotade han med ett tillslag mot en flygplats, vilket skulle medföra än värre följder än det i Oklahoma, om han inte fick sitt politiska manifest publicerat i USA:s främsta tidningar (Kumm, 1998, 248ff). Ett svenskt exempel är "OS-bombaren" som var verksam i samband med Stockholm stads kampanj för att få sommar – OS 2004.

4. Svaveldioxidutsläppet

4.1 Händelseförloppet

I en svensk storstad kommer ett stort antal människor för att, tillsammans med många tillresta entusiaster, tillbringa en oktobereftermiddag med att besöka Centrumstadion i samband med en landskamp i fotboll. Arrangörerna har konstaterat att Centrumstadion kommer att fyllas till sista plats, alla 43 200 sittplatsbiljetter har sålts. Det för årstiden ovanligt varma vädret är gynnsamt för den mängd försäljare av snabbmat som samlats i närheten av Centrumstadion. Centrumstadion ligger som namnet antyder i stadens centrala del, på bekvämt promenadavstånd från stadens kommersiella centrum. Arenan har genom de gångna åren stått värd för ett flertal internationella arrangemang i såväl friidrott som fotboll. Också några av världens mest välrenommerade rockstjärnor har gästade Centrumstadion och då lockat upp mot 60 000 åhörare.

Klockan 14.00, alltså redan en timme före avspark har många sökt upp sina platser. Av dessa tillhör många de två lagens yngre supportrar som nu värmer upp med att sjunga ramsor. Då det gästade laget representerar ett land i vilket många invandrare har sina rötter finns på Centrumstadion många som vill ge laget sitt stöd. Att de själva eller deras föräldrar tvingats lämna det forna hemlandet av politiska skäl är inget som idag förmörkar fotbollsentusiasternas himmel.

Det politiska läget i det gästade lagets hemland är dock något matcharrangörerna redan i ett tidigt stadium diskuterat med ansvariga inom polisen. Den bedömning som gjorts är att dagens landskamp bör betraktas som en högriskmatch. Detta gör att särskilda försiktighetsåtgärder har vidtagits långt före matchstart. Att personbilar kan utrustas med tidsinställda eller fjärrstyrda sprängladdningar kraftiga nog att åsamka stor förödelse föranleder en av dessa särskilda åtgärder, det garage som finns under Centralstadion har redan under fredagen genomsökts och spärrats av. För att minska risken för sammandrabbningar mellan de två lagens supportrar på läktarna krävs också att det vid försäljningen av biljetter tas särskild hänsyn. Innan publiken får komma in på stadion har de gått genom en visitering där bland annat medhavda väskor har genomsökts. Alkohol, pyrotekniska artiklar och flaskor får inte tas in. Vid matchstart klockan 15.00 är stämningen hög också utanför arenan där en stor mängd bussar från när och fjärran finns uppställda.

När matchen pågått i 15 minuter uppmärksammar personalen i Centrumarenans kameraövervakningsrum att en tankbil med hög fart kört rakt mot Västra porten. Klockan 15.15 kör tankbilen med hög fart rakt igenom avspärningarna och kör in på den löparbana som omger fotbollsplanen. Personalen i övervakningsrummet slår genast larm till polis och räddningstjänst. Då den pågående landskampen redan innan bedömts som en högriskmatch finns dessa redan väl representerade på platsen. Också en ambulans finns som brukligt på plats och ett tjugotal sjukvårdare som kan ge första-hjälpen finns runt omkring på läktarna. De ansvariga för arenan har även egna samt inhyrda vakter utspridda vid strategiska punkter som exempelvis grindar.

I kameraövervakningsrummet ser personalen nu hur också en personbil kör in genom porten. I samma sekund hoppar två personer ut ur tankbilens förarhytt iförda skyddsmasker och skyddskläder. Med vad som framstår som god vana öppnar de tankbilens ventiler och förstör återförslutningsmekanismen vilket gör att tankens hela innehåll, 13.5 ton svaveldioxid, släpps ut. De springer sedan till personbilen som snabbt försvinner från platsen. Trycket i tanken gör att 4-5 kg av den mycket lättflyktiga svaveldioxiden släpps ut per sekund. Redan efter några minuter täcker molnet en stor del av arenan (se Figur 4.1).

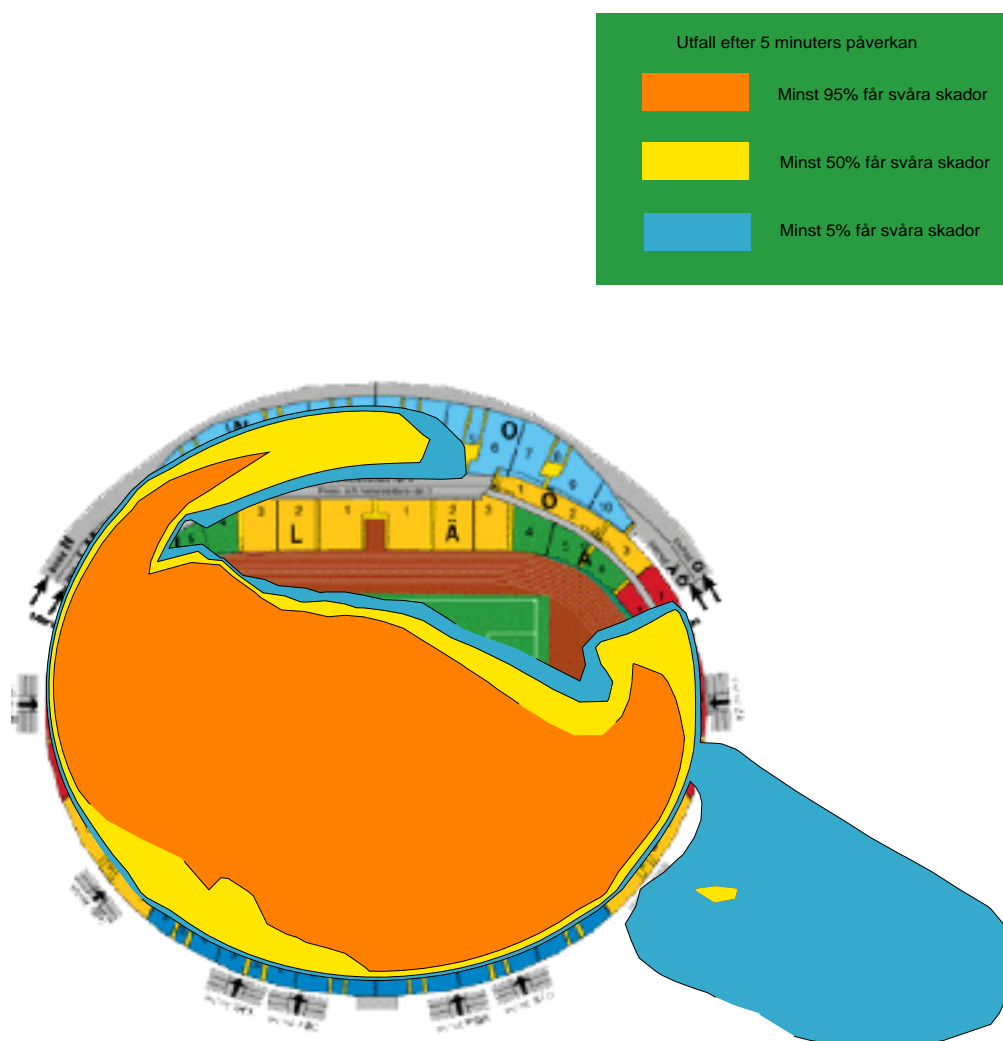
Den koncentration som gasen nu har bibehålls under den tid det tar att tömma tanken, vilket är c:a. 45 minuter. Molnet kommer även att utvidgas till att täcka hela arenan samt ett område i dess närhet. I sammanhanget är dock risken för svåra skador hos människor som befinner sig utanför anläggningens omedelbara närhet liten (se Figur 4.8) och bortses därför från i detta scenario. Vid svår trängsel är risken för nedtrampning stor men de skador som vi tar upp här antar vi bara relateras till den utsläppta kemikalien.



FIGUR 4.1: Lindriga skador 5 minuter efter utsläppets början. Gränsen sträcker sig utanför beräkningsdomänen men uppskattas att sträcka sig upp till 300 meter från stadion.

4.2 Räddningsarbetet

I och med att såväl polis som räddningstjänst finns på plats och på så sätt tillsammans med arenans säkerhetspersonal bevittnar händelsen, initieras genast såväl räddningsarbetet som den utrymning av arenan som genomförs och anbefalls via arenans högtalarsystem. Beslutet att arenan skall utrymmas fattas redan tre minuter efter det att ventilerna på tankbilen öppnas (klockan 15.18). Sedan tidigare vet man att vid normala fall har arenan tömts på 20 minuter. Arenans konstruktion med många utgångar möjliggör i detta fall en snabb evakuering. Många drabbas dock av panik då de hör meddelandet i arenans högtalare varför stor trängsel uppstår vid utgångarna vilket försvårar utrymningen. De grindar som under matchens början varit stängda öppnar sig när människorna trycker på tillräckligt mycket.



FIGUR 4.2: Svåra skador 5 minuter efter utsläppets början.

I den svaga brisen sprids nu ett moln med dödlig gas. Snabbt når gasen de människor som befinner sig i anläggningens sydvästra del. De känner snabbt av gasens stickande lukt och får sveda i ögonen. Längs arenans långsidor är delar av läktarna överbyggda av ett utskjutande tak. Takets konstruktion medför att gasen transporteras högt upp på läktarna även på vindsidan, (se Figur 4.2), av anläggningen vilket medför att nästan alla läktarsektioner utsätts för gasen. Människorna som utsätts för gasen påverkas snabbt; de känner irritation i ögon och andningsvägar och börjar få svårt att andas. Dessa symptom tilltar och snart har många personer problem att själva röra sig – istället segnar de ner på golvet.

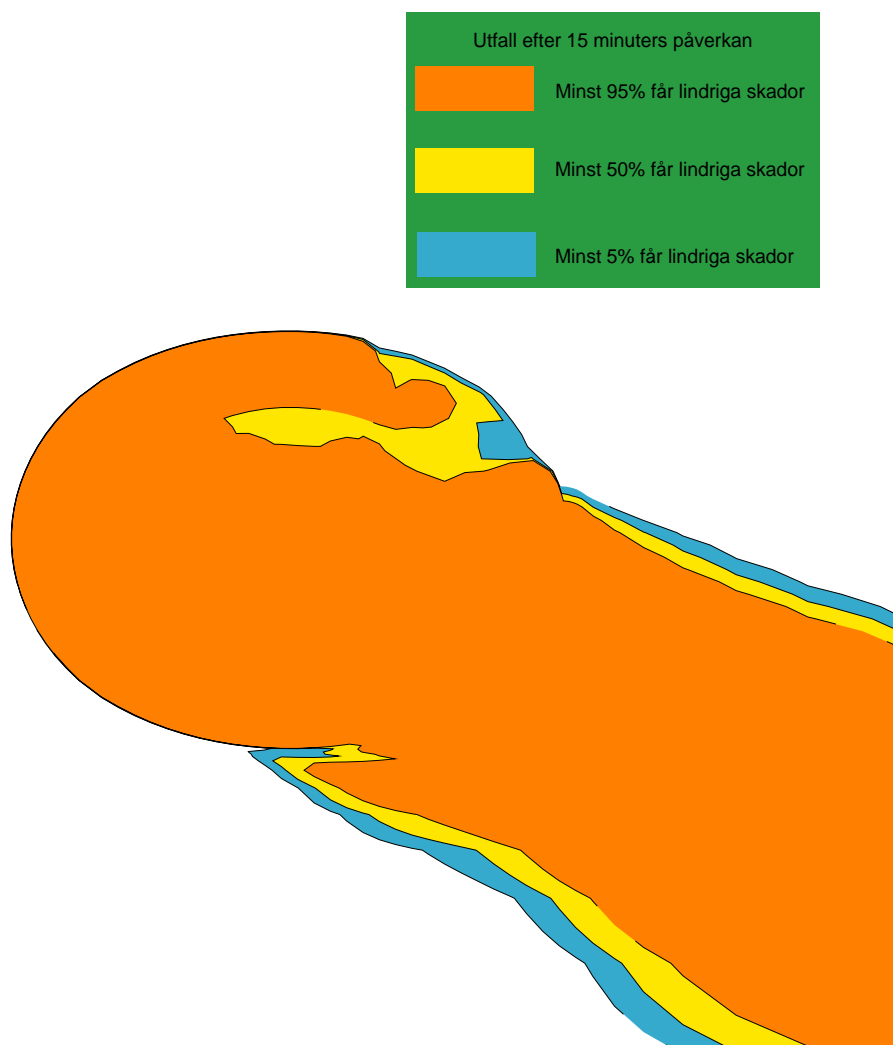
I övervakningsrummet ser man hur den farliga gasen strömmar ut ur tankbilen och inser att man måste försöka stoppa detta varför man snabbt larmar om behov av kemdykare. Innan dessa är på plats fortsätter dock svaveldioxiden att ta sig ut med oförminskad intensitet.



FIGUR 4.3: Dödligt skadade 5 minuter efter utsläppets början.

Klockan är nu 15.20, det har gått fem minuter sedan gasen började släppas ut och det är nu kaos både inne och utanför stadion. Drygt 43 000 människor försöker desperat ta sig ut eller ligger hopsjunkna på läktarna. Polisen och räddningstjänst är redan igång med sitt arbete, även sjukvården har larmats och eftersom det finns ett sjukhus nära stadion är ambulanser snart på plats. En tröstlös uppgift möter dem, många personer kommer inte att hinna räddas. Det tar också tid innan all räddningspersonal har hunnit förses med skydd mot den livsfarliga gasen. Räddningstjänsten i staden är inte dimensionerad för att klara av ett räddningsarbete av denna omfattning, och inte några andra organisationer heller. Efter fem minuters exponering av gasen har nästan samtliga människor (kring 40 000 människor) på stadion ådragit sig lindriga eller svåra skador (se Figur 4.2) och tusentals människor har redan hunnit dra på sig dödliga skador (se Figur 4.3). Detta innebär att räddningsarbetet blir ytterst brådskande samt att en stor del av det fortsatta arbetet kommer att bestå i att ta hand om avlidna.

Händelsen föranleder snabbt att varning och information går ut till allmänheten. Klockan 15.25 nyttjas signalen ”Viktigt meddelande” över det varningssystem utomhus som finns i de flesta

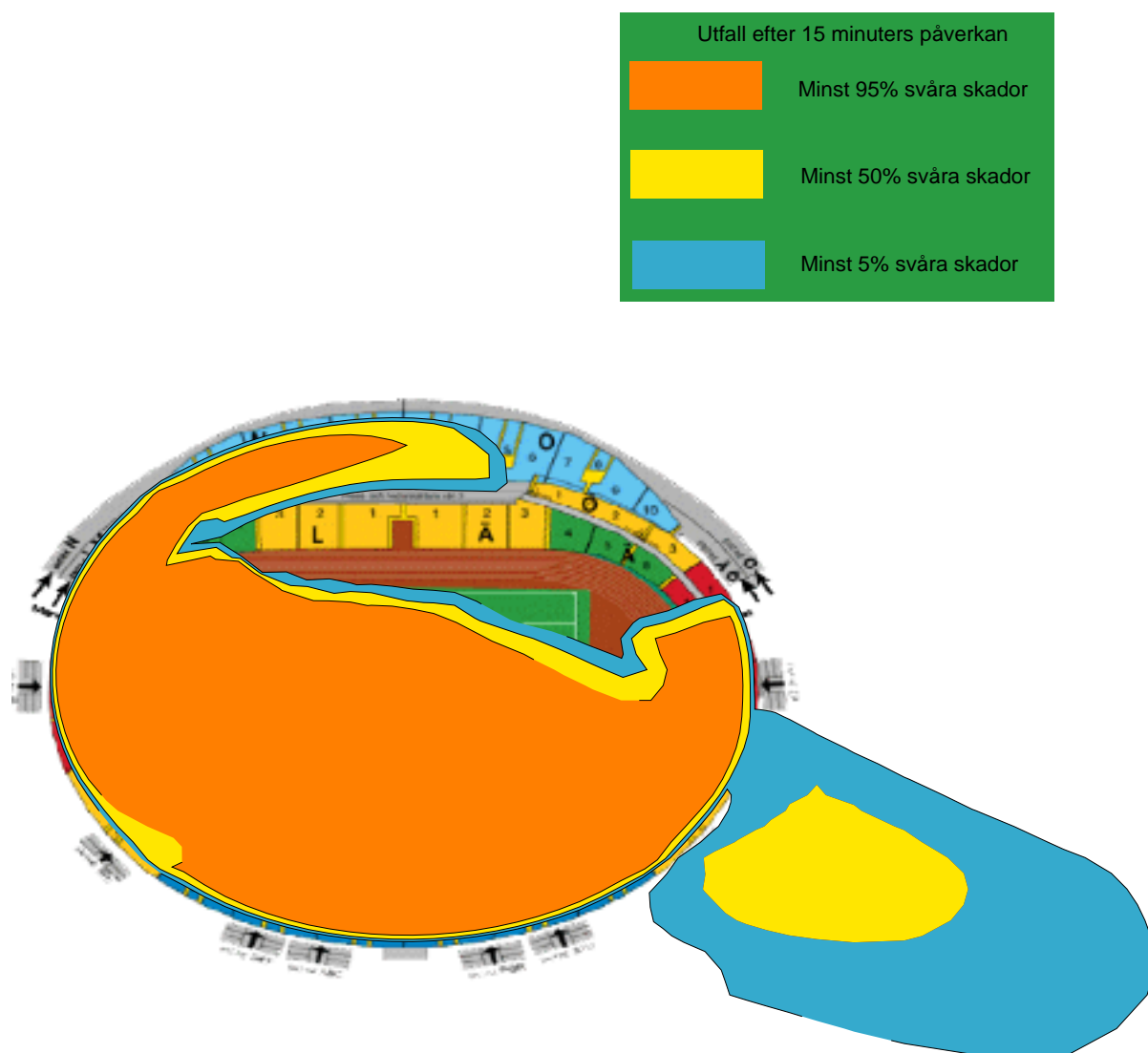


FIGUR 4.4: Lindrigt skadade 15 minuter efter utsläppets början. Resultatområdet sträcker sig utanför beräkningsdomänen men uppskattas att sträcka sig upp till 300 meter från stadion.

tätbebodda områden, (Räddningstjänstplan för räddningstjänstförbundet Storgöteborg, 1999, 28). När människorna runt om arenan hör signalen beger sig de flesta inomhus och slår på radion för att lyssna efter ytterligare information.

På stadion fortsätter kaoset. Området spärras av och man arbetar febrilt med att få ut människor och transportera dem till sjukhusen. Ambulanserna kör i skytteltrafik men detta räcker inte särskilt långt utan även transport med andra fordon så som bussar organiseras. Exempelvis används de bussar som mer långväga fotbollsentusiaster anlant med och som nu står uppställda runt omkring stadion. Förutom bristen på transportmedel finns det ytterligare flera gränssättande faktorer, till exempel vad gäller behandlingen på sjukhusen. Det blir problem att få fram tillräckligt med patientplatser och personal till de tusentals skadade.

Klockan är nu 15.30 och det har gått femton minuter sedan kranarna till tankbilen öppnats och fortfarande är många människor kvar inne på stadion. Av dessa är nästan alla minst lätt skadade och många är döda (se Figur 4.4 och 4.6).

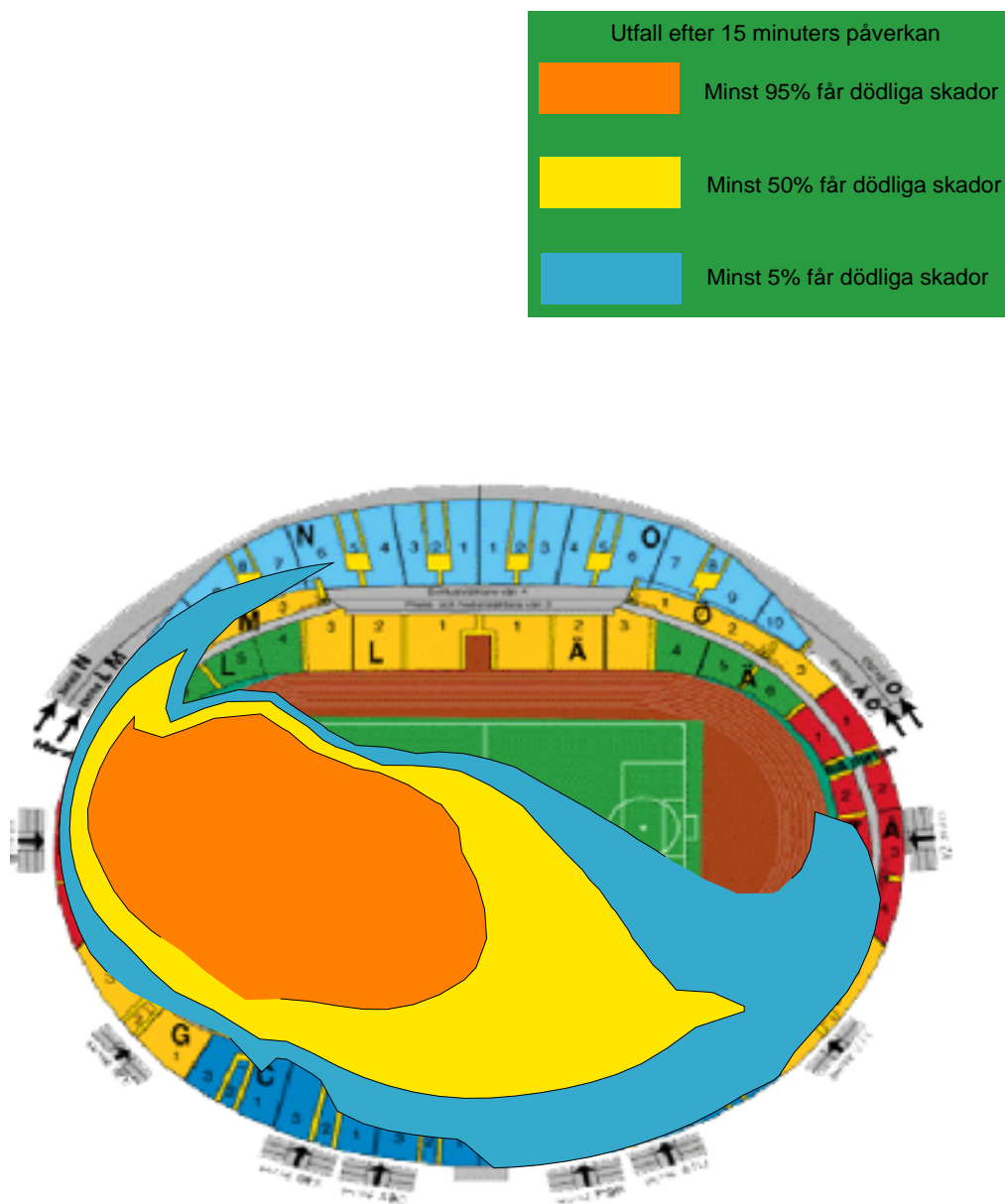


FIGUR 4.5: Svåra skador 15 minuter efter utsläppets början.

När människorna under en halvtimme, klockan 15.45, utsatts för gasen är det än färre som helt har klarat sig utan svårare skador och dödsiffran fortsätter hela tiden att stiga (se Figur 4.7 och 4.9). De som själva kan lämna stadion har vid det här laget tagit sig ut.

På stadion ligger nu kropparna efter döda människor kvar. Sedan de skadade har fraktas bort för omhändertagande börjar det psykiskt påfrestande arbetet med att ta hand om de avlidna. Totalt skadades ungefär 40 000 människor. Drygt hälften av dessa fick lindriga skador medan cirka 17 000 människor fick svåra skador och cirka 2 500 människor avled.

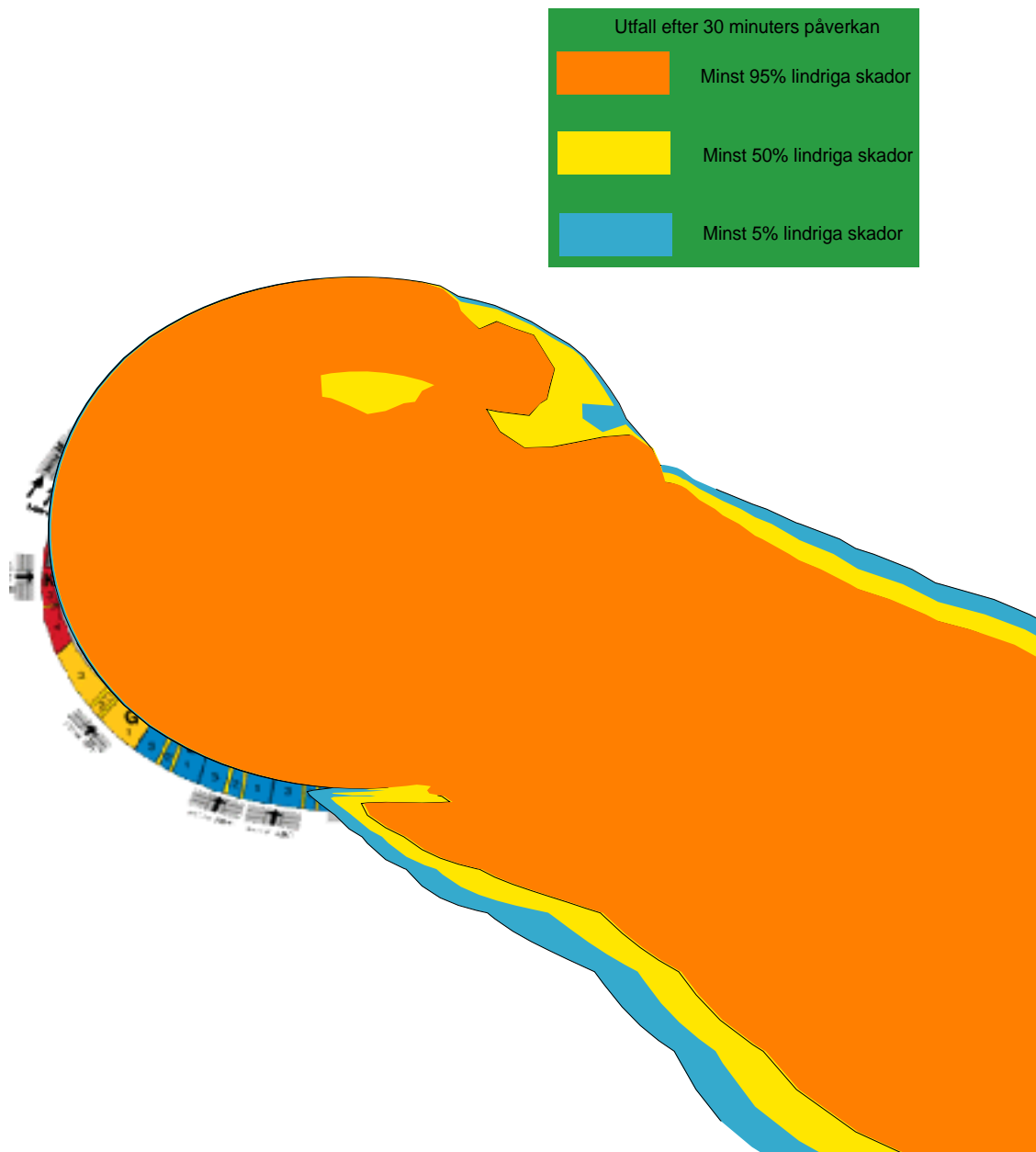
Räddningschefen på platsen har, så snart han förstått händelsens omfattning, ringt till



FIGUR 4.6: Dödligt skadade 15 minuter efter utsläppets början.

stadsdirektören för att informera om situationen. För att alltid finnas tillgänglig delar fyra personer på rollen som jourhavande stadsdirektör. Den katastrofsamordningsgrupp som finns inom kommunen samlas inom någon timme och även miljönämnden informeras.

Katastrofsamordningsgruppen fungerar som samlingsplats för olika aktörer. Man ser till att alla berörda samhällsaktörer får kännedom om händelsen, svarar för frekvent ledningsinformation, och är ett forum dit alla aktörer kan vända sig, samordnar presskonferenser samt informerar och lägger fram förslag till beslut för stadens politiska ledning. I gruppen ingår inte politiker men kommunledning (stadsdirektör, informationsdirektör, administrativ personal) och räddningstjänst (parallellt med deras egen organisation). Man samarbetar även med polisen, sjukvården, det militära försvaret, länsstyrelsen och SOS-alarm.

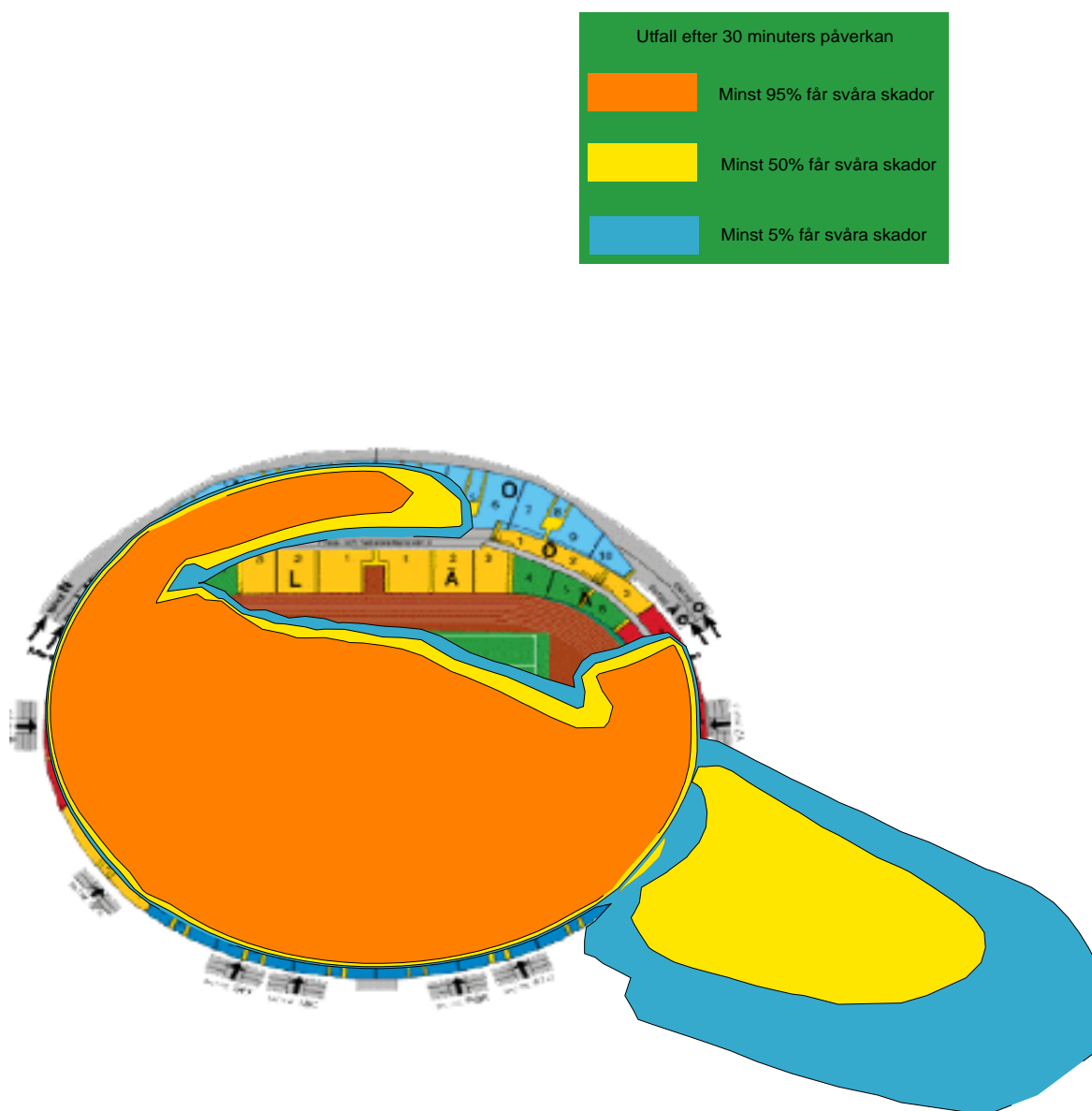


FIGUR 4.7: Lindrigt skadade 30 minuter efter utsläppets början. Resultatområdet sträcker sig utanför beräkningsdomänen men uppskattas att sträcka sig upp till 300 meter från stadion.

Katastrofsamordningsgruppen kommer vid denna händelse bland annat att fylla en viktig roll som informationssamordnare och ordnar presskonferenser där representanter från de olika samhällsorganisationerna finns med och svarar på frågor. Behovet av information och uppdateringar om räddningsarbetet blir mycket omfattande, från anhöriga och från press över hela världen. Att hantera dessa människor och tillgodose informationsbehovet är i sig en stor apparat som kompliceras av att informationen måste lämnas på flera språk.

När det akuta katastrofarbetet är över är all personal som deltagit i arbetet i behov av hjälp att bearbeta sina upplevelser. Detta debriefingsarbete kommer att bli omfattande och pågå under en längre tid.

Scenariots långsiktiga konsekvenser blir omöjliga att överblicka. Så många skadade och döda ger

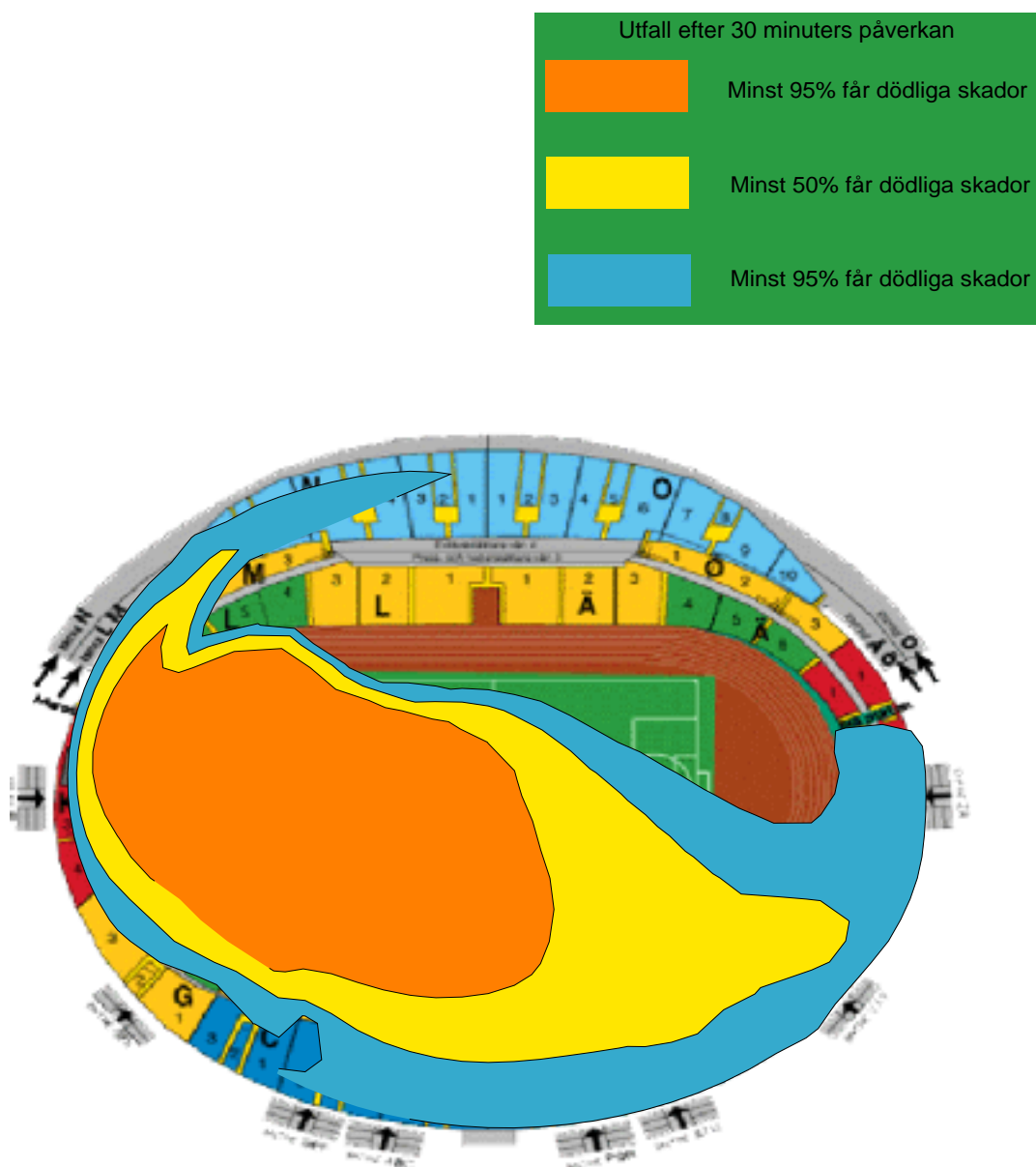


FIGUR 4.8: Svåra skador 30 minuter efter utsläppets början.

självfallet enorma konsekvenser både personligt, lokalt, regionalt och centralt plan. Mängder av utredningar tillsätts. Jakten på förövarna får högsta prioritet. En intensiv diskussion kring huruvida det överhuvudtaget är lämpligt att samla så mycket människor på samma plats startar.

4.3 Möjlig och tänkbar händelse?

Att transporter av farliga kemikalier genomförs på svenska vägar väcker ofta debatt om risker, då mest om risken för utsläpp i händelse av trafikolyckor. Att en grupp terrorister på detta sätt skulle kunna beväpna sig med ett massförstörelsevapen är något som inte uppmärksammas så ofta, vilket inte gör det osannolikt. Den arena som blir spelplats för brottet har en konstruktion som gör



FIGUR 4.9: Dödligt skadade 30 minuter efter utsläppets början

en attack som denna möjlig. Också säkerhetspersonal på stadion menar att scenariot är fullt tänkbart vad beträffar själva händelseförloppet. Då svaveldioxid exempelvis används som blekmedel inom pappersindustrin transporteras ämnet relativt frekvent på våra vägar.

Vid de olympiska spelen i München i september 1972 kom den israeliska truppen att utsättas för det hittills mest uppmärksammade attentatet som genomförts vid ett idrottsevenemang. Genom att uppträda som idrottsmän tog sig åtta palestinska terrorister in i den förläggning där israeliska idrottsutövare bodde. Två israeler dödades omedelbart och ytterligare nio togs som gisslan och kom senare även de att dödas. Då idrottsevenemang ger terrorister tillgång till en stor scen och mycket uppmärksamhet så kan de genomföra sina dåd där (Kumm, 1998, 110ff).

Scenariots omfattning, med många skadade och döda, gör det svårt att beskriva själva räddningsarbetet, vilket därför har getts en högst översiktlig bild i beskrivningen. Räddningsorganisationerna och deras planer är inte heller dimensionerade för en sådan här omfattande katastrof. En liknande händelse skulle exempelvis innebära att man får kombinera olika larmplaner.

5. Lärdomar och nya frågeställningar

5.1 Ansatser, metoder och analyser

Numeriska beräkningar av tredimensionella strömningsförlopp, till exempel luftens rörelser kring Centrumstadion, ställer stora krav på ett väldefinierat eller med andra ord välanpassat beräkningsgrid. Med grid avses det tredimensionella nät där knutpunkterna är beräkningspunkter. Ett mindre bra anpassat grid medför att beräkningen blir mer osäker och i värsta fall helt orealistisk. Det är därför viktigt att på FOA fortsätta utvecklingen av metoder och verktyg för gridgenerering. Behovet av bra och snabba metoder för detta ändamål växer när geometrin blir mer komplicerad, som till exempel när en hel eller en del av en stad ingår i scenariot.

Gemensamt för alla tre fallen är att beräkningen av den dos som varje enskild människa erhåller är svår att uppskatta. Detta har sin orsak i att dosen i princip beräknas som en funktion av rummet, dvs. för varje enskild plats. Människors rörlighet under spridningsförloppet är en parameter som endast i efterhand kunnat uppskattas. Om denna storhet kunde inkluderas i eller rättare sagt kunde kopplas direkt till spridningsberäkningen skulle en tydligare bild kunna presenteras över hur enskilda människor påverkas av utsläppta ämnen. Det är viktigt att i framtiden skapa resurser för en sådan modellutveckling.

En möjlighet som borde vara väl värd att utveckla är att i en partikelmodell låta en delmängd av partiklarna representera människor och låta dessa förflytta sig, inte med medelvinden och turbulensen, utan slumpmässigt men samtidigt styrda av en predikterad vilja att till exempel ta sig ut ur en tunnelbana, från en spridningskälla eller stå paralyserade under en viss tid för att därefter röra sig åt något håll. I en fortsatt forskningsverksamhet kan samhällsgeografiska mikrosimuleringsmetoder ingå i denna modellering.

Spridningsmodellerna som används i denna studie är av två typer, lagrangiansk och eulersk och fungerar väl för sina ändamål. Den eulerska modellen är mer datorkrävande och mer känslig för numeriska fel som kan bero på till exempel avståndet mellan beräkningspunkterna men även på den beräkningsalgoritm som används. Samtidigt fungerar den med mycket generellt utformade gridnät. Den lagrangianska partikelmodellen är snabb och fungerar väl under varierande meteorologiska förhållanden, på såväl korta som långa avstånd, men har en begränsning i att den kräver en viss regelbundenhet i beräkningsnätet. Den lagrangianska modellen bör fortsätta att utvecklas till att kunna beskriva spridningsförlopp även i valfritt definierade topografier, till exempel i stadsmiljö eller kuperad terräng.

I studien berör vi också de effekter som kan uppkomma genom sekundärspridning, till exempel via kontamination av kläder och skor, dock utan att utvärdera dessa effekter. Inläckning i byggnader är inte medtagen i denna studie men skulle kunna vara av betydelse i till exempel fallet med utsläpp av svaveldioxid. På FOA finns idag mycket kunskap om sådana delprocesser, men ett fortsatt utvecklingsarbete där denna kunskap sammanställs i sådan form att den relativt enkelt kan kopplas till resultaten från spridningsmodellerna är av stor vikt.

Metoder beskrivs också under kapitel 1.3.

Studien ger olika samhällsorganisationer tre konkreta scenarier utifrån vilka de kan bedöma den egna beredskapen. Här presenteras ett underlag användbart vid en bedömning av eventuella åtgärder så som en förbättrad tillgång till skyddsmasker och skyddskläder. För sjukvårdens effektivitet är tillgången till vaccin, antibiotika, ventilatorer och saneringsmöjligheter av central betydelse.

5.2 Antraxutsläppet

I den norrländska staden som utsätts för ett antraxutsläpp kontaktas först polisen som vidareförmedlar larmet till SOS-alarm som dock för en sådan situation inte har en preciserad klassificering av ett sådant hot och dess innebörd att vidareförmedla till andra aktörer. Polisen som först kommer till platsen för utsläppet förutsätts i vårt fall vara utrustade med handskar och andningsskydd. Frågan är dock om polisen vid en sådan utryckning självklart skulle utrusta sig och uppträda på detta sätt. En söndag kväll finns inte FOA-experter omedelbart tillgängliga för att fastställa ämnets art, men trots det går denna process relativt snabbt då FOA råkar finnas på orten. Om inte detta skulle ha varit fallet blev givetvis tidsutdräkten för att verifiera att antrax verkligen spridits betydligt längre. Oklart tycks dessutom vara på vilket sätt och med vilken snabbhet, omfattning och innebörd som ett generellt larm till allmänheten skall utgå. Det förlopp som vi beskrivit innebär till exempel att den träning som pojkfotbollslaget hade inplanerat också kom att genomföras på den kontaminerade fotbollsplanen. Förutom denna omedelbara åtgärd ställs polisen och räddningstjänsten så småningom också inför problemet att avgöra hur omfattande avspärrningar och bevakning som krävs för att skydda hus och egendom som lämnats av oroliga människor.

Då det gäller sjukvården är det uppenbart att bristen på vaccin och antibiotika i så stora mängder kommer att innebära avsevärda problem för såväl den egna personalens skydd och behandling som för den drabbade allmänhetens.

Det förefaller också oklart genom vilken process och av vem beslut skall fattas rörande omfattningen på det saneringsarbete som räddningstjänsten står inför under lång tid. Detta blir troligen en ytterst svåravgjord och inför en allmän opinion svårlöst kommunal, kanske regional och till och med en nationell politisk fråga. Klart står dock att det är den kommunala organisationen som via bl. a smittskyddslagets bestämmelser först konfronteras med problemet.

Antraxutsläppet kan liknas vid Tjernobylihändelsen där stora områden även i Sverige drabbades av en markbeläggning bestående av cesium 137. Detta nedfall hade kvardröjande effekter som dock mer handlade om människors oro än något reellt fysiskt hot. Kunskapen om de långsiktiga effekterna av kvarliggande antraxsporer är liten, med undantag för erfarenheterna från den engelska ön och olyckan i Sverdlovsk. I vårt fall synes det oklart hur stor risken är att den norrländska staden skulle drabbas av en långsiktig stigmatisering resulterande i negativa sociala och ekonomiska följder.

I det scenario som beskrivs antas det att förövaren meddelar att sporer är utspridda. Ett annat scenario kan vara att inget meddelas och därigenom finns det ingen förväntad sjukdomsbild. Det gör effekterna än mer diffusa när det gäller samhällets reaktioner.

5.3 Sarinutsläppet

Till skillnad från antraxfallet sker sarinutsläppet i ett slutet rum, en tunnelbanestation. Här är effekterna snabba och tydliga. Den specifika utformningen av stationen med endast en utgång, med branta rulltrappor och dålig sikt in i stationen utifrån, får konsekvenser för hur situationen uppfattas och utvecklas. Genom tågens rörelse kommer dessutom svårt skadade att befinna sig på tre olika stationer vilket också försvårar ledningen av räddningsarbetet.

För SOS-alarm innebär det beskrivna händelseförloppet i tunnelbanestationen och ombord på tunnelbanetågen genom mobiltelefonins tekniska utveckling och stora spridning att många larm inkommer i snabb följd från många iakttagare som säkert också beskriver händelsen på många skiftande sätt och språk. På vilket sätt detta kan vara en för- eller nackdel i det inledande skedet av räddningsarbetet är oklart.

I fallet med sarinattacken går ett larm via tunnelledningscentralen till tågförarna som via högtalarsystemet informerar resenärer om att svårt skadade personer finns ombord. Huruvida detta i realiteten bleve fallet är dock inte säkert. Frågan kan ställas om ett sådant meddelande orsakar sådan panik ombord på tågen att evakueringsarbetet försvåras snarare än underlättas. Vid evakueringsarbetet utsätter sig i vart fall den först anländande ambulanspersonalen för kontaminering. På vilket sätt kan denna personals sekundärkontaminering undvikas om händelsen blir verklighet? Som också i det föregående fallet är ämnet i inledningsskedet okänt. Alltså gäller att snabbt kunna identifiera ämnet vars spridande man har att hantera konsekvenserna av. Hur kan denna identifieringsprocess påskyndas och kunskap om ämnets risker spridas till de aktörer som först konfronteras med problemet?

Den omfattande saneringen av skadade personer innebär stora fysiska och psykiska påfrestningar för sjukvårdspersonalen. Arbete i de skyddsdräkter som krävs kan endast utföras under kortare perioder. Det stora antalet drabbade personer innebär då att inte alla liv kan räddas. Den begränsade tillgången till ventilatorer och motgift är också de gränssättande faktorerna.

Då räddningspersonal relativt snabbt, inom en halv timme, kan identifiera gasen som nervgas, kan skyddsåtgärder snabbt vidtas. Att så kunde ske förutsätter emellertid omedelbar tillgång till den tekniska utrustning som krävs för en säker identifiering av gasen.

5.4 Svaveldioxidutsläppet

Svaveldioxidfallet skiljer sig från de övriga på flera viktiga punkter. De människor som befinner sig på Centrumstadion har löst sin biljett för att under en viss tidsrymd vistas på platsen. Människorna rör sig därför inte ut och in i det kontaminerade området på samma sätt som i de andra två scenarierna. Effekterna av gasen är lokala och avklingar ganska snabbt på grund av spädning och det går att åstadkomma profylax genom fysiskt skydd.

På den stora fotbollstadion där idrottsevenemanget går av stapeln, finns en välutrustad övervakningscentral, händelsen med en tankbil som spränger porten registreras därför omedelbart liksom att ett gasmoln utvecklas. Härigenom kommer snabbt ett larm att utgå med uppmaning till evakuering av stadion. Den första svårigheten uppstår i att till platsen rekvirera kemdykare som kan försöka stoppa utflödet ur tanken.

I den berörda kommunen finns naturligtvis ingen upprättad larmplan för en händelse av denna omfattning med en så oerhört stor mängd skadade och döda. Beredskap att möta en trafikolycka med en vältande tankbil eller en tågurspärning finns, men inte för ett fall med ett avsiktligt utsläpp på en stor fullsatt utomhusarena för idrott och musikarrangemang. Den händelse vi presenterat skulle kräva att flera av räddningstjänstens utarbetade larmplaner måste kombineras, sannolikt larmplan 6 gällande bombhot och terroristaktion, larmplan 9 för konstaterad brand vid skolor, samlingslokaler eller sporthallar och larmplan 26 avseende olycka vid stadens rangerbangård.

Att på något sätt dimensionera sjukvårdens eller räddningstjänstens kapacitet för en sådan händelse förefaller alldeles orealistiskt. Det viktigaste måste vara att undvika att en sådan terroristattack kan realiseras. Därför måste diskussionen föras om två rent preventiva åtgärder.

Den första konkreta lärdomen är att det är praktiskt genomförbart för otillåtna fordon att ta sig in under ett pågående arrangemang på Centrumstadion. Det kan dock undvikas genom att större fordon blockerar infartsportarna till stadion.

Scenariot med svaveldioxidutsläppet motiverar också en diskussion om säkerheten kring transporten av farligt gods på våra vägar och inte bara då svaveldioxid. Industrikemikalier av denna art är vanligt förekommande på våra vägar. En inventering utförd i Umeå visar att en bil per

dag passerar lastad med svaveldioxid. Idag förefaller det alltså som tämligen enkelt att komma i besittning av ett sådant fordon/”vapen”.

5.5 Generella slutsatser, rekommendationer och behovet av framtida studier

Den hotbild som presenteras i studien skiljer sig på många punkter från mer traditionellt användande av politiskt våld. Den nya terrorismen består delvis av nya aktörsgrupper som kan få tillgång till gamla vapen som därmed kan bli brukade i nya situationer och för nya syften. Längre var NBC-vapen tillgängliga endast för stater. Dock vet vi nu att även icke-statliga aktörer kan införskaffa eller framställa både biologiska och kemiska vapen (Hoffman *et al*, 1998). Syftet med att använda sådana vapen kan vara olika men man vill på varierande sätt påvisa samhällets sårbarhet, exempelvis genom att slå ut viktiga samhällsfunktioner, döda människor, nedsätta samhällets prestationsförmåga, försvaga förtroendet för myndigheterna och utöva utpressning (Socialstyrelsen, 41 ff).

Att biologiska vapen beskrivs som de mest kostnadseffektiva gör dem naturligtvis intressanta för andra aktörer än stater (Laqueur, 1999, 64 ff). Denna, delvis nya, hotbild motiverar fortsatta studier. Gjorda studier visar på ett växande antal händelser, även i Sverige, där politiskt motiverat våld kommit att betraktas som ett faktiskt framtida hot.

I det fall vi har skisserat handlar det om en sk. spillover effekt vid attacken mot den stora idrottsarenan. Idag hyser Sverige flera organisationer som är inblandade i konflikter i andra delar av världen (se Strindberg A, 1996). I fallet med sarinutsläppet i tunnelbanan handlar det om en aktion utlöst av homofobi - att homosexuella utsätts för våld från främst skinnskallar och nynazister är en vanlig företeelse i Sverige idag. Dock tycks händelser relaterade till domedagssekter hittills vara okänt i Sverige. Beträffande mjältbrandsscenarioet vet vi att domedagssekten i Japan som använde sarin i Tokyos tunnelbana även laborerat med utsläpp av antrax. Spridandet av sporer är relativt enkelt att dölja tillexempel med en avgasrörsattrapp.

De sporer av antrax som är virulenta finns i ett fåtal stammar, och tillgängligheten är ytterst begränsad. Internationell kontrollverksamhet måste bedrivas för att förebygga att sådana bakteriestammar på icke-behörigt sätt kan föras mellan länder. På lägre nivå gäller det att ha en väloljad organisation som inkluderar berörda parter, inte minst medicinska och räddningstjänstorganisationer.

I de tre fallen belyses olika exempel på kriskommunikation. En faktor som generellt förändrat kriskommunikationen är den tekniska utvecklingen. Vid sarinutsläppet på Freja tunnelbanestation kommer larmet via mobiltelefoner, som nu även kan användas ombord på tunnelbanetågen. Detta kan vara både en stor fördel genom en snabbare alarmering men också medföra en för stor belastning på telefonväxlar vid olika typer av händelser och larm.

Studien har pekat på de omedelbara effekter som de beskrivna utsläppen medför för drabbade individer och samhällsaktörer. Det kan konstateras att följderna av de beskrivna scenarierna skulle bli svåra och medföra stora belastningar på såväl individ- som på samhällsnivå. Eftersom det varit nödvändigt att begränsa analysens utsträckning i tid och rum vore det i ett fortsatt arbete givande att följa händelseförloppet än längre i tiden och till att omfatta fler aktörer. Exempelvis skulle en händelse av Centrumstadions eller antraxutsläppets omfattning få långtgående verkningar på flera olika samhällsnivåer. Samspelet och samordningen mellan det flertal samhällsorgan som åläggs ansvar vid liknande händelser förtjänar att belysas närmare. Det vore värdefullt att närmare studera detta och de eventuella oklarheter som här kan uppstå mellan politiker- och tjänstemannaroller. Likartade problem har belysts i två rapporter; Brandkatastrofen i Göteborg, Räddningsverket 98-10-29 och Krisledning i Göteborg, (FOA-R-99-01154-505—SE, juni 1999).

En fortsatt diskussion kring studien och dess slutsatser kan förhoppningsvis öka medvetenheten och beredskapen inför liknande händelser.

De slutsatser och rekommendationer som föreliggande studie motiverar kan sammanfattas utifrån gjorda observationer:

Observationer från fallet med utsläpp av antraxsporer.

- I ett fall liknande antraxutsläppets ställs frågan om när ett generellt larm till allmänheten skall utgå. Vilka rutiner som skall utformas utifrån de här beskrivna hotbilderna bör formuleras.
- Det förefaller oklart genom vilken process och av vem beslut skall fattas rörande omfattningen på saneringsarbetet efter ett antraxutsläpp. Detta blir troligen en ytterst svåravgjord och inför en allmän opinion svårlöst kommunal, kanske regional och till och med en nationell politisk fråga. Klart står dock att det är den kommunala organisationen som via bl. a smittskyddslagens bestämmelser först konfronteras med problemet.
- Vikten av sjukvårdens beredskap och kapacitet bör framhållas, den tillgång på vaccin och antibiotika som ska finnas i beredskap bör kvantifieras. .

Observationer från fallet med sarin i en tunnelbanestation.

- Som en första punkt vad gäller sarinutsläppet kan nämnas mobiltelefonins utveckling. Studien visar att mobiltelefon är ett effektivt alarmeringsinstrument, men det medför att SOS-systemets personella och tekniska utformning kanske inte räcker till för att på ett tillförlitligt sätt möta denna momentana anstormning. Det finns all anledning att göra ett fullskaletest för att få ett grepp om systemets elasticitet och begränsningar.
- En försvårande omständighet har i fallet med sarinutsläppet varit tunnelbanestationens utformning med branta trappor och endast en utgång.
- Också i fallet med sarinutsläppet ställs sjukvården inför svåra prov med en stor mängd skadade som är i behov av stora mängder motgifter, ett behov som kan vara svårt att möta.
- Sarinutsläppet visar också att det är viktigt med övningar där räddningspersonalen kan få erfarenhet av att arbeta under de omständigheter om skulle uppstå vid en händelse av denna storleksordning som kompliceras av att svårt skadade finns på tre olika stationer.

- Det presenterade händelseförloppet påvisar betydelsen av inövade rutiner vid omhändertagande av personer som utgör en uppenbar hälsorisk för räddningspersonalen, dvs. såväl polis, räddningstjänst som sjukvård.

Observationer från fallet med en tankbil på centrumstadion.

- Ett fordon i orätta händer kan förvandlas till ett effektivt massförstörelsevapen. Detta reser generella frågor om transport av farligt gods och behovet av en allmän översyn på systemnivå vid kemikaliehantering.
- I sammanhanget med en fullsatt idrottsanläggningen, bör åtgärder vidtas så att det blir omöjligt att föra in toxiska ämnen på det enkla sätt som skedde. Som en konkret åtgärd kan således infartsportarna på något lämpligt sätt blockeras under pågående arrangemang.

Generella slutsatser och rekommendationer

- Storskaliga övningar utifrån den typ av omfattande händelser som våra tre fall representerar torde bli nödvändiga för att bygga upp beredskap för ”worst case scenarios”. Detta motiveras av de nya hotbilder som är en realitet då icke-statliga aktörer också kan komma i besittning av och faktiskt också bruka bakteriologiska och kemiska vapen.
- Spridningsberäkningarna ger ett underlag och är nödvändiga för att bedöma riskerna för utsatta människor och för att planera åtgärder för att minska följderna av avsiktliga utsläpp. Det är viktigt att fortsätta utvecklingen av spridningsmodeller för att kunna ge en mer realistisk bild av spridningsförloppet i komplexa miljöer samt för att beräkna dosen för individer på ett mer detaljerat sätt.

6. Erkännanden

Författarna vill rikta ett tack till följande medarbetare på FOA NBC-Skydd för värdefull hjälp med rapportarbetet.

Håkan Eriksson, Melker Nordstrand, Stellan Winter, Anders Norqvist Lena Melin och Bo Koch.

7. Referenser

7.1 Personliga intervjuer

Västerbottens läns landsting, smittskyddsläkare, Karl-Axel Broholm (2000-09-12)

Umeå Brandförsvär, vice brandchef och chef för befolkningsskyddsavdelningen Roger Larsson (2000-09-13)

Länsstyrelsen i Västerbottens län, försvarsdirektör Sture Löfgren (2000-10-02)

Polismyndigheten i Västerbottens län, polisinspektör Örjan Ovesson (2000-10-03)

Försvarets forskningsanstalt, biolog Anders Norqvist (2000-09-13)

Säkerhetsansvarig Ullevi, Roger Sindeborg, skyddsingenjör Ture Gustavsson samt Anne Wahlgren (2000-10-06)

Katastrofsamordnare Göteborg kommun, Arne Helltander (2000-10-06)

Räddningstjänst Storgöteborg, biträdande avdelningschef Anders Johansson (2000-10-09)

Stockholms läns brandförsvär, brandingenjör Mats Kero och brandmästare Bertil Almström (2000-11-01)

Stockholms läns tunnelbanepolis, polisinspektör och NBC-instruktör Jan Ferb (2000-11-01)

Stockholms läns landsting, Centrala avdelningen för ambulans och katastrofmedicinsk planering Sollentuna Sjukhus, biträdande avdelningschef Håkan Lindberg och förste sekreterare Ulla Hedström (2000-11-02)

SL säkerhetsavdelning, Johan Hedenfalk och Christer Lindeman (2000-11-02)

Stockholms läns landsting DEMC- Akut och katastrofmedicinskt centrum, Södersjukhuset, Pascall Rebourdi (2000-11-03)

7.2 Telefonintervjuer

Umeå universitetssjukhus, Sjukhusapoteket, (2000-09-19)

Akademiska sjukhuset Uppsala, Centrum för laboratoriemedicin, laboratorieassistent Eva Tano
(2000-09-22)

Kemira Skellefteå, Kari Kontero

7.3 Litteratur

Bengtsson B. (1975) *Klimathandbok för Försvarmakten* Kli H M7748-500232

Beredskapshandbok- hälsoskydd och objektinriktat smittskydd Stockholm: Socialstyrelsen

Brandkatastrofen i Göteborg, Räddningsverket 98-10-29

Burman J. (1996) *A Study of the influence of topography and density on the dispersion in a gas cloud*. FOA-R--96 -00304-4.5--SE

Chen Y. S. och Kim S. W. (1987) *Computation of turbulent flows using an extended k-e turbulence closure model*, NASA CR-179204.

Dérans, D. *et al.* (1999) *Krisledning i Göteborg*, FOA-R-99-01154-505—SE.

Fischer S. *et al.* (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, FOA-R—97-00490-990—SE.

Fureby C. (1998) *Towards Large Eddy Simulations of Flows on Complex Geometries*.

AIAA-98-2806, 29:th. AIAA Fluid Dynamics Conference, June 15-18 1998 Albuquerque, New Mexico.

Fureby C. och Gristein F. F. (1999) *Monotonically Integrated Large Eddy Simulation of Free Shear Flows*. Vol.37, No. 5, May 1999. AIAA Journal.

Harmon C. C. (2000) *Terrorism Today* London: Frank Cass

Hoffman B., Campbell J., Arbman, G. Roffey R., Sellström Å. och Jervas G. (1998) ” *NBC-weapons and terrorism* ” FOA- R- 98 00787 170 SE.

Kaplan D. E. och Marshall A. (1997) *Sekten vid världens ände. Den otroliga historien om Aum* Stockholm: Albert Bonniers Förlag

Karlsson E., Berglund T., Näslund E., Koch B. och Runn P. (1995). *Consequences of Release Of The Nerve Agent Sarin in Restricted Space*. Proceedings 5th Int. Symp. Prot. Sweden 11-16 June 1995.

Klimathandbok för Försvarmakten.

Kulling P. (1998) *Terroristattacken med sarin i Tokyo* Stockholm: Socialstyrelsen

Kumm B. (1998) *Terrorismens historia* Lund: Historiska Media

Laqueur W. (1999) *The New Terrorism* New York: Oxford University Press

Lesieur M. (1990) *Turbulence in Fluids*. Kluwer.

Meselson, M. *et al.*, (1994) *The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979*, Science, vol. 266 (Nov. 1994).

Näslund E., Norqvist A., Weissglas G. och Malmberg C. (1998) *Samhällskonsekvenser av avsiktliga utsläpp av giftiga/smittsamma ämnen i stora lokaler* FOA-R- 98 00731-862-SE.

Runn P. och Koch B. Icke publicerade data, under publicering. FOA-NBC.

Räddningstjänstplan för räddningstjänstförbundet Storgöteborg (1999)

Sandberg M. (1988) *Provtagning av simlisubstanser för C-stridsmedel i olika material*. FOA rapport C 40248-4.6.

Schönfeldt F. (1999) *A Langevin equation dispersion model for the stably stratified planetary boundary layer*. FOA-R--97-00523-862—SE.

Sehlstedt S. (2000) *A Langevin equation dispersion model for the unstably stratified boundary layer*. 2000. FOA-R--00-01408-862—SE.

Stockholms läns landsting *Central medicinsk katastrofplan för Stockholms läns landsting Sollentuna*: CAK

Strindberg, A. (1996) *Nationell och internationell terrorism – framtidens hot*. FOA-R—96-00307-1.4—SE.

Sveriges smittskyddslag (1988:1472)

Tucker, J. B. (red) (2000) *Toxic terror. Assessing Terrorist Use of Chemical and Biological Weapons* Cambridge: MIT Press

Umeå kommuns räddningstjänstplan, <http://www.umea.se/brand/Brandforsvar/plan.htm> (2000-11-09)

Zanders *et al.* (2000) *Appedix 9A. Risk assessment of terrorism with chemical and biological weapons*. SIPRI YEARBOOK 2000. Oxford University Press 2000.

APPENDIX

Fakta om antrax (mjältbrand)

Lungform

Inkubationstid:	1 - 6 dygn, beroende av dos
Infektionsdos:	Kan vara mycket låg ;10-tal sporer ger sjukdom i ungefär 2% av de smittade medan 10000 sporer har ett anslag på 50%.
Sjukdomstid:	2 - 5 dygn
Symptom:	Feber och trötthet, ofta följt av en liten förbättring. Därefter plötsliga och allvarliga andningsproblem, chock och lunginflammation. Därefter död inom 2 - 3 dygn efter de första symptomen.

Hudmjältbrand

Inkubationstid:	1 - 8 dygn
Infektionsdos:	Okänd (några få)
Symptom:	Sår uppstår där infektionen fått fäste i till exempel rispa eller skrapning. Inom ett dygn bildas en blåsa som snart omges av mindre blåsor, blåsorna torkar från mitten och det bildas en svart skorpa. Området blir sedan inflammerat, lymfkörtlarna svullnar, blodförgiftning kan tillståta.

Mag-tarm form

Inkubationstid:	Troligtvis 3 - 5 dygn
Infektionsdos:	Stora mängder, via kontaminerad mat
Symptom:	Magsmärtor, feber, diarré, kräkning, chock, blodförgiftning kan tillståta.
Behandling:	Penicillin ges intravenöst 3 - 4 gånger per dygn i den akuta fasen därefter oralt , total behandlingstid 10 dygn. Alternativ till penicillin är tetracyklin, erytromycin eller kloramfenikol.

Vaccin finns (dock inte i Sverige) och ges 3 gånger med 2 - 3 veckors mellanrum. Om booster ges efter ett år erhålls ett 90% skydd mot alla tre varianterna.

Antaganden för beräkningen av antraxfallet:

Beräkningsdomänens storlek är 3km x 3km x 640 meter.

Vindhastigheten på 10 m höjd har valts 2,5 m/s och atmosfärens stabilitet till neutral. Kombinationen låg vindhastighet och neutral skiktning motiveras av att himlen antagit vara molntäckt.

Stadsmiljöns inverkan på spridningen har simulerats genom att välja ett stort värde på skrovligheten –den sk skrovlighetslängden har satts till 0,9 m.

Den utspridda aerosolen har antagit få en ganska stor mediandiameter (60 µm) efter en sekundsnabb avdunstning av lösningsmedlet. Storleksfördelning på aerosolen har en geometrisk standardavvikelse på 3 vilket gör att endast ca: 5% (av massan) av den utsläppta aerosolen kan tränga ända ner i lungorna. En stor del av inandad aerosol fastnar i de övre luftvägarna och ger där betydligt mindre risk för infektion än de som når ner i lungorna. Den stora andelen ”stora” aerosoler betyder också att huvuddelen av utsläppet kommer att deponera på mark, väggar och tak.

Totalt antal utsläppta antraxsporer har satts till $80 \cdot 10^{10}$.

Fakta om sarin

Ämnet:	I ren form färg- och luktlös. Flyktig.
Exponeringsvägar:	Hudkontakt och inandning. Även förtäring av smittad föda eller vatten kan leda till förgiftning.
Symptom:	<p><i>Vid lindrig förgiftning:</i> Salivation, rinnande näsa, mios (knappnålsstora pupiller), huvudvärk, trötthet, otydligt tal, illamående och blodtrycksstegring.</p> <p><i>Vid medelsvår förgiftning:</i> Tårflöde, svettning, kraftig slemproduktion i andningsvägarna, hosta, kräkningar, bukkramper, diarré, muskelryckningar och muskelkramper, hallucinationer och feber.</p> <p><i>Vid svår förgiftning:</i> Kraftlöshet, generella kramper, medvetlöshet, andningsdepression, hjärtpåverkan, blodtrycksfall med mera. Den exponerade personen kan, vid mycket svår förgiftning, avlida inom några minuter.</p> <p>Vid svår förgiftning av nervgaser kan muskelsvaghet vara kvar i upp till tre veckor och diafragmaparalys upp till 21 veckor.</p>
Behandling:	Behandling med vätskeersättning, syrgas, understödjande av andning samt behandling av kramper. Behandling med motgifter som antropin. Initialt ger man 1-4 mg antropin med 3-10 minuters mellanrum. Antropinbehandlingen pågår vanligen under 24 timmar, de svårare fallen kan behöva än längre behandling. Personsanering är också en viktig åtgärd, detta görs genom personsaneringsmedel PS 104 samt tvål och vatten. PS 104 binder nervgasen och gör den ofarlig (KAMEDO 71, 57ff).

Antaganden för beräkningen av sarinfallet:

Tunneltågens rörelser är den dominerande faktorn för hur strömningsmönstret ser ut i tunnelbanan. Mätningar av vindrörelser på perrong och biljetthall på den aktuella tunnelbanestation den 26/9 2000 har gett vid handen att det under en längre tid finns ett medelflöde uppför rulltrapporna och ut genom biljetthallen, men att det periodvis kan blåsa ganska kraftigt både uppför och nedför trapporna. Personal vid SL, poängterar dock att detta flödesmönster inte är generellt för hela året utan kan växla. Fluktuationerna på perrongen däremot

beror enbart av tågens rörelser och domineras av de tåg som momentant befinner sig inne i hallen. Modellbeskrivningen av spridningsförloppet inkluderar därför antagande att endast två tåg hinner passera innan trafiken förbi stationen har stoppats, och att deras rörelser direkt påverkar luftrörelserna på stationen.

Luftens rörelser kan beskrivas matematiskt med Navier-Stokes ekvationer. De är utgångspunkten för såväl meteorologiska prognoser som studier av luftrörelser i en tunnelbana. När man med en dator simulerar luftrörelserna i tunnelbanan beräknas hastighet och tryck i ett antal punkter. Låter man dessa punkter ligga nära varandra för att därigenom beskriva även de minsta detaljerna i strömningsmönstret kan antalet punkter bli väldigt stort, vilket medför att tidsåtgången vid beräkningen blir orimlig. Därför används i detta fall ett antagande om att det räcker med att beskriva rörelserna hos de dominerande virvlarna för att på ett realistiskt sätt beräkna luftens rörelser. Denna metod kallas Large Eddy Simulations eller förkortat LES (se tex Lesieur). För de volymsmedelvärddade storheterna som t.ex. hastighetskorrelationerna, används en modell enligt Fureby (1999). För att beskriva spridningsförloppet av en utsläppt gas blir det viktigt att den dynamik som orsakas av tunnelbanetågen även den inkluderas i modellen. Mätningarna gjorda på den aktuella tunnelbanestationen visar att tryckförändringen som tågen orsakar är i storleksordningen 10 Pascal med toppar på 60 Pascal jämfört med medelvärdet.

Hastighetsfluktuationerna är i storleksordningen 1 m/s med toppar på 4 m/s jämförda med medelvärdet. Medelhastigheten på luftens rörelse mellan tågens passeringar är c:a 0,5 m/s på perrongen i tågens färdriktning, det vill säga att det blåser åt olika väderstreck beroende på vilken perrong man står på. För att driva simuleringen, ansätts en medelhastighet in genom respektive tunnelöppning på 2 m/s. Det ger ett medelvärde på drygt 0,5 m/s på perrongen vilket svarar väl mot det uppmätta. På övriga öppningar och utgångar ansätts konstanta tryck, något lägre för utgången i biljetthallen för att simulera en preferens för att luften vill ut den vägen, även detta enligt mätningar. $P_{ut} = 1$ Pa utom i biljetthallen där den är 0.2 Pa. Påverkan från de två tåg som passerar simuleras genom att förändra randvillkoren vid in och utfarterna. Vid tiden $t=0$ gäller att stationärt tillstånd råder med medelvinden på södra spåret är c:a -0.5 m/s och +0.5 m/s på det norra spåret med positiv riktning åt höger(öster). Randvillkoren är $U_{in}=2$ m/s, $P_{ut}=1$ Pa utom i biljetthallen där den är 0.2 Pa. Vid tiden $t=0$ ansätts en inloppsvind på -6 m/s i den sydöstra tunnelöppningen.

Vid tiden $t=20$ ansätts inloppsvinden -2 m/s.

Vid tiden $t=40$ ansätts trycket -10 Pascal under 4 sekunder, därefter återställs trycket på randen. Vid tiden 60 sek ansätts inloppsvinden 6 m/s på den nordvästra tunnelöppningen under 20 sekunder för att därefter återställas. Vid tiden 80 sek ansätts också $P_{ut}=-10$ Pa på utloppsranden nordväst under 10 sekunder. Därefter återställs utloppstrycket och ingen annan ändring utförs.

Transport av kemikalier i luft beräknas med en eulersk modell där koncentrationen i en cell vandrar över i granncellerna beroende på diffusionens storlek och om medelvinden är åt det hållet. Avdunstningen av sarin från det som hamnat på golvet görs i enlighet med Karlsson et al (1995). Spridningen av sarin beräknas så att på en yta av 2 m² avdunstar 12,5 mg/s inne i hallen, fördelat på c:a 100 m². Med ett antagande om 1 liter vätska och 30 procentigt innehåll av sarin ger det en avdunstningstid av cirka 7 timmar.

Fakta om svaveldioxid

Ämnet:	Färglös gas eller vätska, stickande lukt. Mycket lättflyktigt.
Exponeringsvägar:	Hudkontakt och inandning.
Symptom:	<i>Vid lindriga skador:</i> Irritation i ögon och andningsvägar, andningsbesvär. Hosta kan bli ett bestående besvär. <i>Vid svåra skador:</i> Kraftig påverkan på andningsvägar och ögon vilket ger andningsbesvär och kvävningsskänslor, kraftig hosta och synsvårigheter. Risk för lungödem, permanenta ögonskador och kvävning.

Antaganden för beräkningen av svaveldioxidfallet:

Beräkningsdomänens storlek är 1km x 1km x 230 meter. Därigenom kan antas att lufrörelserna i den modellerade anläggningens närhet inte påverkas av randeffekter. Man kan anta att de dominerande effekterna i strömningsmönstret går att koppla till anläggningen och därigenom bortse från de atmosfäriska förhållandena för övrigt. Neutrala förhållanden antas gälla. Vinddata är valda med utifrån Klimathandbok för Försvarsmakten, med statistik för åren 1955-1972.

Vid beräkningarna har antagits en medelvindhastighet av 2 m/s, det medför att ett volymselement av luften kan transporteras förbi anläggningen på cirka 2 minuter. Med tanke på att påverkanstiden som studeras är 5 minuter eller mer, kan koncentrationen av SO₂ antas hinna inta ett stationärt tillstånd. En tidsupplöst simulering bekräftar detta antagande. Källstyrkan i simuleringen var 4.9 kg/s. Värdet bygger på antagandet om ett utsläpp genom ett rör om 2 meters längd och diametern 4 cm, (se Fischer et al.). Omgivningens temperatur antas vara 15,6°C. Tryckkondenserad gas som frigörs kyls ner och blir tyngre än omgivande luft. Detta bortses från i detta fall eftersom effekterna av nedkylningen bara är skönjbara i utsläppets närhet och i detta fall med stor omblandning av luft, blir effekterna försumbara.

Påverkan på människor beräknas som dos, som ges av $C^n * t$ om C är konstant över tiden t . För SO₂ gäller att $n=4$. Det medför till exempel att hälften av alla som utsätts för SO₂ med en koncentration av 2000 mg/m³ under 30 minuter, erhåller dödliga skador. För 5 minuter räcker det med 3130 mg/m³. Toxiska data kommer från Runn och Koch på FOA NBC-Skydd.