



Enheten för beslutsstöd
Magnus Levein
010-240 5130
magnus.levain@msb.se

Nya bedömningar av risk- områden vid utsläpp av ammoniak, klor och svaveldioxid

framtagna av MSB och Socialstyrelsen



Foto: MSB:s bildbank.

Sammanfattning

Hösten 2014 publicerade MSB nya rekommendationer för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser. Vi fick dock en del kritik mot dessa, som gick ut på att avstånden i vissa fall var "orimligt långa". Mot bakgrund av den kritik vi fick har vi nu gjort en fördjupad analys av frågan, med den uttalade förhoppningen att kunna minska avstånden utan att för den skull förhandla med sanningen.

Arbetet har utförts i samverkan mellan MSB och Socialstyrelsens medicinska expertgrupp för händelser med kemiska ämnen (C-MeG).

Rent teoretiskt borde riskområdesberäkningar baseras på gränsvärdet AEGL-2 (gräns för bestående skada, med hänsyn till känsliga individer), men i vårt resonemang konstaterade vi att det skulle bli en alltför konservativ beräkning. Vi hittade så småningom fram till en modell med kombinerade kriterier, där flera olika villkor samtliga måste uppfyllas utanför avspärningen. Olika villkor blir på så sätt gränssättande beroende på vilken kemikalie det är.

I jämförelse med beräkningen från 2014 blev alla uträknade avstånd för ammoniak och svaveldioxid kortare eller mycket kortare nu. För klor blev tre av fyra avstånd kortare, men för ett stort klorutsläpp vid ogynnsamt väder blev avståndet något längre. Den förlängningen beror inte på att vi skulle värdera klor som farligare nu, utan på att vi haft tillgång till ett bättre beräkningsprogram som kan hantera längre avstånd.

Tabell 1 redovisar en komprimerad sammanställning av vilka initiala riskområden vi har kommit fram till för ammoniak, klor och svaveldioxid. (Avstånden gäller oskyddade individer utomhus, vid läckage i vätskefas utomhus.)

Tabell 1

Sammanställning av initiala riskområden för ammoniak, klor och svaveldioxid. Observera att dessa avstånd *enbart* är avsedda att användas i brädska situationer när det är omöjligt att hinna med noggrannare beräkningar. Så snart man i en insats har möjlighet att nyansera bedömningen ska det göras.

		Normalt väder vind 5 m/s (stabilitetsklass D)	Ogynnsamt väder vind ≤ 2 m/s (stabilitetsklass F)
Ammoniak	Litet utsläpp (packningsläckage)	100 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	400 m radie.
	Större utsläpp (brott på anslutningsrör)	600 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	3100 m radie.
Klor	Litet utsläpp (packningsläckage)	300 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	1100 m radie.
	Större utsläpp (brott på anslutningsrör)	1200 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	11,2 km radie.
Svaveldioxid	Litet utsläpp (packningsläckage)	100 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	500 m radie.
	Större utsläpp (brott på anslutningsrör)	400 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	1800 m radie.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1. Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Mål	5
1.3 Arbetssätt	6
1.4 Avgränsningar	6
2. Förutsättningar	7
2.1 Definition av riskområde	7
2.2 Frågeställning	7
2.3 Beräkningsscenario	8
2.3.1 Scenariotråd	8
2.3.2 Val av utsläpp	8
2.3.3 Val av väder och spridningsförutsättningar	9
2.4 Antagen exponeringstid	9
3. Resonemang	10
3.1 Försök 1 – Avspärrningsområde baserat på AEGL-3	10
3.2 Försök 2 – Riskområde baserat på kombinerade kriterier	12
3.3 Slutsats	13
4. Resultat	14
5. Referenser	16
Bilaga A – Avståndstabeller från 2014	17
Bilaga B – Källstyrkor	18
Bilaga C – Förklaring av gränsvärden	19

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vid olyckor med farliga ämnen ställs räddningstjänsten inför uppgiften att bedöma ett **riskområde**, ett "område inom vilket skada på människor, miljö eller egendom kan befaras, eller där ytterligare skada kan ske"¹. Många gånger måste en första bedömning av riskområdets utberedning kunna göras snabbt, utan att räddningstjänsten har tid för någon egentlig analys av situationen.² Till stöd i denna initiala beslutsprocess har olika tumregler och andra rekommendationer utarbetats under åren.³ MSB bidrar här dels genom databasen Farliga Ämnen⁴ och dels genom en åtgärdskalender i benfickformat⁵.

För giftiga kondenserade gaser – som ammoniak, klor eller svaveldioxid – kan dock riskområdets storlek variera högst avsevärt beroende på bland annat utsläppets storlek och rådande väderförhållanden. Det är därför onödigt trubbigt att ge ett enda avstånd som rekommendation. Samtidigt kan det ta för lång tid att göra en situationsanpassad spridningsberäkning i det initiala skedet (jfr resonemanget ovan). En medelväg är därför att utforma rekommendationerna som en tabellmatris, i enklaste fallet två olika utsläpp kombinerade med två olika vädersituationer, alltså fyra olika scenarier (2 x 2).

När de nuvarande MSB-rekommendationerna⁶ publicerades hösten 2014, fick vi en del kritik som gick ut på att avstånden i vissa fall var "orimligt långa", menade man. Några alternativa sätt att räkna föreslogs dock inte. Avståndstabellerna från 2014 återges i bilaga A.

I syfte att kunna ge landets räddningstjänster och andra blåljusaktörer bästa möjliga beslutsstöd har vi mot bakgrund av den kritik vi fick gjort en fördjupad analys av frågan.

1.2 Mål

Målet med detta arbete har varit att ta fram rekommendationer om initiala riskområden vid utsläpp av giftiga gaser, med särskilt fokus på de kondenserade gaserna ammoniak, klor och svaveldioxid, genom en samlad expertbedömning och med en balanserad avvägning mellan å ena sidan förgiftningsrisken och å andra sidan hanterbarheten. En uttalad förhoppning när vi inledde arbetet var att kunna minska avstånden jämfört med de som publicerades år

¹ Riskområde, *Socialstyrelsens termbank 2015*, återgiven i *Rikstermbanken*.

² Riskområden, *HazMat Training*, rubriken "Bestämmande av riskområde".

³ Jfr *Riskområde vid olycka med Farligt gods*, Svenska Brandförsvärsföreningen.

⁴ *RIB Farliga ämnen*, fliken "Räddning".

⁵ *Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE*, flik 5.

⁶ Levein 2014, *Framtagande av nya rekommendationer för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser*.

2014, utan att för den skull förhandla med sanningen.

De framtagna rekommendationerna, i form av avståndstabeller, är tänkta att publiceras i databasen Farliga ämnen⁷ och i framtida uppdateringar av åtgärdskalendern Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE⁸.

Målgruppen är i första hand räddningstjänstpersonal och i andra hand övriga blåljusaktörer. Avståndstabellerna är *enbart* avsedda att användas i brådskande situationer när det är omöjligt att hinna med noggrannare beräkningar. Så snart man i en insats har möjlighet att nyansera bedömningen ska det göras.

1.3 Arbetssätt

Arbetet har utförts i samverkan mellan MSB och Socialstyrelsen. MSB, representerad av brandingenjör Magnus Levein, har svarat för beräkningar och rapportförfattande. Socialstyrelsen har genom sin medicinska expertgrupp för händelser med kemiska ämnen (C-MeG) bidragit med de svåra avvägningar som varit nödvändiga, där förgiftningsrisken för känsliga individer ställts mot den praktiska hanterbarheten av olyckspanoramata.

Spridningsberäkningarna har gjorts med beräkningsprogrammet *Spridning Luft 2.0*, en helt ny version som MSB tagit fram i samarbete med spridningsexperten vid Avdelningen för CBRN-skydd och säkerhet på Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).

För att komma fram till en logiskt försvarbar beräkningsgrund behövdes två steg. Den första ansatsen som gjordes, sprungen ur ett gemensamt möte mellan C-MeG och MSB, visade sig nämligen inte hålla för närmare granskning. En ny beräkningsgrund arbetades därför fram och blev sedan den vi valde att använda. De båda stegen beskrivs i kapitel 3.

1.4 Avgränsningar

Ämnesspecifika beräkningar har enbart gjorts för kemikalierna ammoniak, klor och svaveldioxid. Beräkningarna gäller enbart utsläpp i vätskefas utomhus.

Enbart risken för akut skada på människa beaktas i detta arbete. Långvariga effekter⁹ beaktas inte. Eventuella effekter på egendom eller miljö beaktas inte.

Beräkningarna avser endast exponering genom inandning (för oskyddade personer som vistas utomhus). Eventuellt hudupptag beaktas inte.

I arbetet konstateras att det inte går att ta full hänsyn till känsliga individer; viss hänsyn tas dock. Jfr resonemangen i kapitel 3.

⁷ RIB Farliga ämnen, fliken "Räddning".

⁸ Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, flik 5.

⁹ Långvariga effekter är exempelvis förhöjd cancerrisk eller hormon- eller reproduktionsstörningar.

2. Förutsättningar

2.1 Definition av riskområde

Med **riskområde** förstås rent allmänt ett "område inom vilket skada på människor, miljö eller egendom kan befaras, eller där ytterligare skada kan ske"¹⁰. I den här rapporten är det uteslutande akut skada på människor som avses, jfr kapitel 1.4.

Ett **initialt riskområde** är "det bedömda riskområde som en räddningsledare etablerar initialt, innan underlag från insatsplaner, spridningsberäkningar, utförd indikering m.m. har beaktats och vägts in i beslutsunderlaget."^{11,12} Ett initialt riskområde är alltså till sin natur behäftat med viss osäkerhet och kan komma att ändras, i takt med att nya (och förhoppningsvis bättre) bedömningar görs.

Notera vidare att riskområdet inkluderar både het och varm zon.¹³

Ett vanligt förfarande vid en händelse med farliga ämnen är att riskområdet spärras av och utryms. Vid utsläpp av giftiga kondenserade gaser kan – i ogynnsamma fall – riskområdena dock bli så långa att avspärning med avspärningsband inte är realistiskt. Man har att "välja mellan att evakuera civilbefolkningen som finns inom detta område eller att uppmana civilbefolkningen att hålla sig inomhus och stänga dörrar, fönster och ventilation. Anledningen till detta är att koncentrationerna av det utsläppta ämnet är betydligt lägre inomhus än utomhus och genom att uppmana folk att hålla sig inomhus så undviker man att befolkningen exponeras för större koncentrationer av ämnet."¹⁴

2.2 Frågeställning

Som grund för att konkretisera begreppet riskområde har vi utgått från frågeställningen "Var är det så farligt, att man helt enkelt inte ska befinna sig där?", uttryckt i termer av avstånd från utsläppet, och giltigt för personer utan någon skyddsutrustning – exempelvis allmänheten.

Rent beräkningsmässigt har ett scenario med en läckande järnvägsvagn använts.

¹⁰ Riskområde, *Socialstyrelsens termbank 2015*, återgiven i *Rikstermbanken*.

¹¹ *RIB Hjälp*, kapitel Räddning i Farliga ämnen, rubrik "Initialt riskområde".

¹² Jfr Riskområden, *HazMat Training*, rubriken "Bestämmande av riskområde", första stycket.

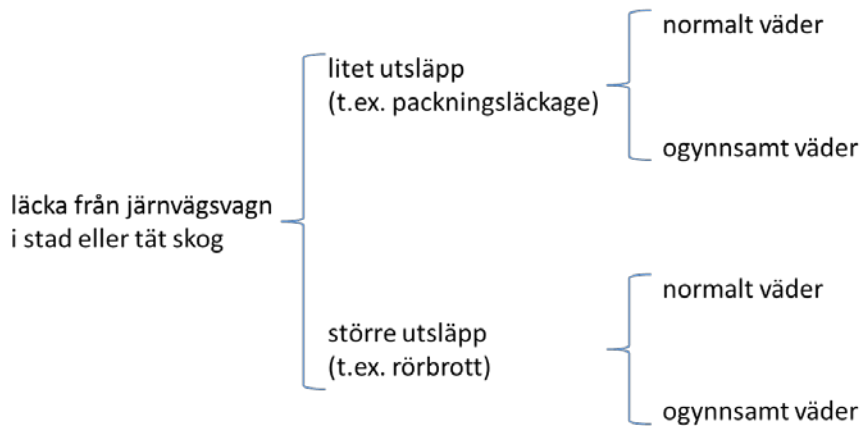
¹³ Riskområden, *HazMat Training*, första stycket.

¹⁴ Riskområden, *HazMat Training*, tredje stycket.

2.3 Beräkningsscenario

2.3.1 Scenariotråd

Spridningsberäkningarna baseras på en läckande järnvägsvagn, utan åtgärd från räddningstjänsten. Scenariot är uppdelat i fyra delvarianter, se figur 1.



Figur 1

Utifrån grundscenariot "läckande järnvägsvagn" har fyra olika delscenarier skapats.

2.3.2 Val av utsläpp

Två utsläppsstorlekar har modellerats, grundat på de förslag som är inbyggda i Spridning Luft. Ett "litet utsläpp" i form av ett packningsläckage, och ett "större utsläpp" i form av ett rörbrott. I det senare fallet används olika rördimension för olika kemikalier, baserat på hur den typiska anslutningen på en järnvägsvagn ser ut för det aktuella ämnet. Se tabell 2.

De källstyrkor som Spridning Luft gett för de olika delscenarierna redovisas i bilaga B.

Tabell 2

Valda hålstorlekar för "litet utsläpp" och "större utsläpp", hämtade från Spridning Lufts förinställda förslag.

Utsläpsscenario	Kemikalie	
Litet utsläpp (packningsläckage)		Packningsläckage: 0,2 cm ²
Större utsläpp (rörbrott)	Ammoniak	Brott på rör: Ø 80 mm = 50,3 cm ²
	Klor	Brott på rör: Ø 40 mm = 12,6 cm ²
	Svaveldioxid	Brott på rör: Ø 38 mm = 11,3 cm ²

2.3.3 Val av väder och spridningsförutsättningar

Utifrån litteraturstudier har två olika väderscenarion ansatts, ett "normalt väder" och ett "ogynnsamt väder".^{15, 16, 17} Se tabell 3.

Vid *normalt väder*, med stabil vind, underförstås att riskområdet är en plym i vindriktningen. Vid *ogynnsamt väder*, med inversion och avsaknad av stabil vindriktning, underförstås att riskområdet är cirkulärt.

För samtliga scenarier har omgivningen satts till *stad eller tät skog* (ytråhet 1,0 m). En spridningsberäkning gjord för öppet landskap skulle ge längre avstånd.

Tabell 3

Vädersscenarierna "normalt väder" och "ogynnsamt väder". (Vid den praktiska inmatningen av vädersscenarierna i Spridning Luft har simuleringssplatsen Svealand och simuleringstidpunkten 20 september 2016 valts, med klockslagen 15:00 för normalt väder och 05:00 för ogynnsamt väder. Detta ger då – tillsammans med vindhastigheterna nedan och en molnfri himmel – stabilitetsklass D respektive F.)

Vädersscenario	Väder som använts i spridningsberäkningarna
Normalt väder	+15 °C, stabilitetsklass D, 5 m/s
Ogynnsamt väder	+5 °C, stabilitetsklass F, 2 m/s

2.4 Antagen exponeringstid

Ett viktigt val vid den här typen av beräkningar är hur lång exponeringstid man teoretiskt ska välja att räkna med. Vi har här valt att räkna med 30 minuters exponeringstid, vilket är detsamma som man räknar med vid framtagandet av det akuta gränsvärdet IDLH^{18,19}

Vid beräkningen som gjordes 2014 användes inte någon uttalad exponeringstid, utan då kombinerades olika gränsvärden med varandra i ett mer koncentrationsbaserat resonemang.²⁰ Indirekt kom dock 60 minuter att bli den huvudsakliga exponeringstiden som användes, vilket kritiserades för att vara för länge.

Som stöd för valet av 30 minuter kan även påpekas att vid det kortvarigaste av de tolv beräknade scenarierna (stort ammoniakläckage vid gynnsamt väder) töms järnvägsvagnen efter 29 minuter.

¹⁵ Eriksson 1999, *Hur farlig är en ishall med ammoniak?*

¹⁶ Eriksson & Östlund 2003, *Insatsplan för olycka med svaveldioxid i Umeå.*

¹⁷ Burman m.fl. 2013, *Osäkerheter i observationer och beräkningar.*

¹⁸ Se bilaga C för närmare förklaring av olika gränsvärden.

¹⁹ *Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH)*, The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

²⁰ Levein 2014.

3. Resonemang

En spridningsmodellering består rent principiellt av tre steg:

1. modellering av källan, att avgöra hur stort kemikalieflödet till luften är (kg/s)
2. själva spridningsberäkningen, en meteorologisk modell + en transportmodell; dessa resulterar i spridningsplymer med koncentrationsangivelser (ppm)
3. konsekvensbedömning, att med hjälp av någon slags effektmodell avgöra vilken påverkan de framräknade koncentrationerna ger på exempelvis människor.

I vårt fall har det varit det tredje steget som bjudit mest utmaning att hantera. Det är här själva avvägningen mellan motstående intressen görs, i samband med att kriterierna för vad som anses som riskfyllt eller inte sätts upp.

Som nämndes i inledningen höll inte vår första ansats för närmare analyser, utan det blev nödvändigt att utarbeta en andra strategi. Båda varianterna presenteras i det följande.

3.1 Försök 1 – Avspärrningsområde baserat på AEGL-3

Resonemanget nedan nämner flera olika gränsvärden, vilka finns sammanställda i tabell 4. För närmare förklaring av de olika gränsvärdena hänvisas till bilaga C.

Vid ett möte med C-MeG-gruppen i juni 2015, där MSB deltog med Magnus Levein och Ove Brunnström, diskuterades vilken nivå, eller vilka kriterier, som är lämpliga för rekommendationer angående riskområden vid händelser med giftiga kondenserade gaser.

Mötet gjorde inget bestämt uttalande i frågan, men kom fram till att:

- Det finns inget bättre system än AEGL²¹, även om också det har sina brister.
- En preliminär arbetshypotes lanserades, nämligen att dela upp riskområdet i två beståndsdelar och använda AEGL-2 (30 min) som "varningsområde" och AEGL-3 (30 min) som "avspärrningsområde".

Rent definitionsmässigt borde man använda AEGL-2 som gräns för avspärrning, eftersom AEGL-2 är gränsen för när irreversibel skada

²¹ Se bilaga C för närmare förklaring av olika gränsvärden.

tidigast kan uppkomma. Dock hade vi vid det laget redan konstaterat att det skulle vara en alltför konservativ beräkning som inte tjänade vårt önskade syfte – helt enkelt för att AEGL-systemets strävan att ta hänsyn till känsliga individer ibland tycks gå väl långt.²² Det var därför idén lanserades om att räkna ut två avstånd i stället.

Magnus ombads sålunda att göra beräkningar utifrån dessa förutsättningar och sedan återkomma till C-MeG-gruppen.

På grund av tidsplanen för arbetet med en ny bättre version av Spridning Luft, ett arbete som MSB och FOI gjorde tillsammans, dröjde det ända till våren året senare innan det blev möjligt att genomföra de efterfrågade beräkningarna.

I samband med att de överenskomna beräkningarna genomfördes uppdagades dock följande dilemma:

- Personen som drar avspärningsbandet vid ett ammoniakläckage kommer att befinna sig i så hög koncentration (1600 ppm) att man inte ska vistas där ens med filtermask! Ur arbetarskyddssynpunkt är rekommendationen att använda andningsapparat med tryckluft i den miljön. Detta påstående grundas på IDLH-värdet som är 300 ppm. Mot denna bakgrund verkar det ganska orimligt att använda gränsvärdet AEGL-3 (30 min) som rekommendation för var man ska spärra av. Jfr tabell 4.
- Det blir samma fenomen för klor. Där ska avspärningsbandet dras vid 28 ppm enligt den ansatta beräkningen, men IDLH-värdet är 10 ppm.

För svaveldioxid verkar avspärningen "fungera". Gränsvärdet AEGL-3 (30 min) är på 30 ppm, vilket ger god marginal till IDLH-värdet som är 100 ppm.

Hur kan det komma sig att de inbördes förhållandena mellan AEGL-3 (30 min) och IDLH skiljer sig så mycket mellan ammoniak och klor å ena sidan, och svaveldioxid å andra sidan? Det som spelar in är förmodligen att AEGL-värdena ska ta hänsyn till känsliga individer, och att känsligheten för just

Tabell 4

Sammanställning över de gränsvärden som används i resonemanget.

	IDLH	AEGL-3 (30 min)	AEGL-2 (30 min)
Ammoniak	300 ppm	1600 ppm	220 ppm
Klor	10 ppm	28 ppm	2,8 ppm
Svaveldioxid	100 ppm	30 ppm	0,75 ppm

²² Jämför exemplet svaveldioxid i Öberg m.fl 2008, *Riktvärden vid akut exponering för kemiska ämnen*, där detta belyses på ett bra sätt: AEGL-2-värdet ligger 2,7 ggr **lägre** än det svenska nivågränsvärdet, NGV!

svaveldioxid är 9 gånger högre bland känsliga individer.²³

Eftersom gränsvärdet AEGL-3 (30 min) är högre än gränsvärdet IDLH för vissa kemikalier framstår det som direkt olämpligt att använda det som grund för var man ska spärra av.

För att konkludera står vi inför följande dilemma:

- Vi vill visa hur stort ett riskområde blir, där vi tar hänsyn till känsliga delar av befolkningen, och använder AEGL-gränsvärdena, eftersom de är det bästa vi har. Det lämpligaste gränsvärdet för detta är AEGL-2 (gräns för bestående skada).
- Av hanteringsmässiga och praktiska skäl vill vi hålla avspärrningarna så små som möjligt. Om vi konsekvent utgår från AEGL-2 får vi för vissa situationer orimligt stora områden. Vi har därför undersökt om AEGL-3 (gräns för dödsfall) kan användas som grund för avspärrning.
- Det är dock logiskt orimligt och pedagogiskt problematiskt att förespråka avspärrningar som är så små att personen som sätter upp avspärrningsbandet inte ens kan göra det i filtermask. För vissa kemikalier fungerar därmed inte AEGL-3.
- Vidare är det svårt att försvara varför kriteriet för när filtermask kan användas (alltså gränsvärdet IDLH) också skulle vara ett tillräckligt kriterium för avspärrning för oskyddade personer (allmänheten).

Hur angriper man detta?

3.2 Försök 2 – Riskområde baserat på kombinerade kriterier

Utifrån resonemanget i föregående avsnitt tycks det ganska uppenbart att det helt enkelt inte går att hitta **det perfekta gränsvärdet**. Så i stället för att leta efter ett ännu bättre gränsvärde (som inte finns) utarbetades följande kriteriebaserade förslag.

Nedanstående fyra kriterier ska alla vara uppfyllda utanför avspärrningen. Det kommer att bli olika kriterier som är gränssättande för olika kemikalier:

- a) Riskområdet är minst 50 m. Det kan utökas till 100 m, 200 m, ... och så vidare i steg om 100 m för att samtliga kriterier ska vara uppfyllda.
- b) Koncentrationen vid riskområdets gräns får inte överstiga IDLH, eftersom det skulle vara orimligt (och opedagogiskt) om

²³ Johansson 2016, *Asthmatics as a susceptible population in health risk assesment of airborne chemicals*, ur den svenska sammanfattningen.

koncentrationen vore så hög att man inte ens kunde vistas där i filtermask.

- c) Koncentrationen vid riskområdets gräns får inte överstiga AEGL-3 (30 min), eftersom det vore orimligt att tillåta en koncentration som är så hög att känsliga individer riskerar att dö (trots sjukvårdsinsatser!) när de befinner sig utanför det vi kallar för riskområde.
- d) En skadeutfallsberäkning som görs för friska individer vid riskområdets gräns, får inte indikera att fler än 1 % av populationen drabbas av svåra skador, vid en exponeringstid på 30 minuter.

Av dessa kriterier är det fjärde nytt i sammanhanget. Fördelen med att använda skadeutfallsberäkning i stället för färdiga gränsvärden är att vi kan välja 30 minuters exponeringstid i stället för 60 min, som det hade blivit om vi använt gränsvärdet ERPG. (ERPG tar inte hänsyn till känsliga individer, jfr bilaga C.)

För att underlätta jämförelsen och beräkningsgången är det dock lämpligt att på förhand räkna baklänges på parametrarna för skadeutfall, för att på så sätt hitta vid vilken konstant koncentration som skadeutfallet blir 1 % svåra skador vid 30 min exponeringstid.

I tabell 5 redovisas gränsvärdena för kriterierna **b** och **c** jämte de framräknade koncentrationerna för kriterium **d**. Vi noterar att de slår olika för olika kemikalier, precis som förväntat. Gränssättande (lägsta) koncentration är i tabellen markerad med fet kursiv stil.

Tabell 5

Koncentrationsgränser för kriterierna **b–d**. Gränssättande koncentration för varje ämne är markerad med fet kursiv stil. Koncentrationerna i kolumnen längst till höger är uträknade utifrån Jonasson & Koch 2015.

	IDLH	AEGL-3 (30 min)	1 % svåra skador (30 min)
Ammoniak	300 ppm	1600 ppm	526 ppm
Klor	10 ppm	28 ppm	7,1 ppm
Svaveldioxid	100 ppm	30 ppm	87 ppm

3.3 Slutsats

När MSB, representerad av Magnus Levein, och C-MeG-gruppen träffades på Socialstyrelsen i juni 2016 diskuterades dessa båda försök till beräkning. Vi enades om att använda den kriteriebaserade beräkningsmetoden.

De avståndstabeller som redovisas i kapitel 4 för dels kemikalierna ammoniak, klor och svaveldioxid och dels en generell giftig kondenserad gas godkändes av mötet.

4. Resultat

Resonemanget i föregående kapitel landade i att det inte finns något gränsvärde som *i sig självt* kan tjäna som beräkningsgrund för vår riskområdesberäkning, utan att det är lämpligare att ställa upp kriterier som refererar till flera olika gränsvärden. Kriterierna består av ett avståndskriterium och tre koncentrationskriterier, jämför kapitel 3.2.

Genom att kombinera dessa fyra kriterier med den grova rekommendationen att låta riskområdet *mot* vindens riktning vara 50 m (vid stabil vindriktning) och lägga till den gamla tumregeln om 300 m riskområde vid brandutsatt gasflaska, får vi de avstånd som redovisas i tabellerna 6–8. Enligt första kriteriet är noggrannheten 100 m, när man väl gått över 50 m. Man kan förstås fundera på hur rimligt det är när vi når lite längre avstånd.

Det finns också behov av att kunna ge en generell avståndstabell, som inte är ämnesspecifik utan är giltig för alla giftiga kondenserade gaser. Så är fallet i exempelvis åtgärdskalendern *Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE*. Utifrån de tre ämnesspecifika tabellerna har därför en generell avståndstabell konstruerats, se tabell 9.

Som nämndes i kapitel 3.3 är de initiala riskområden som anges i tabell 6–9 godkända av C-MeG-mötet i juni 2016 där MSB deltog.

I jämförelse med beräkningen från 2014 är nästan alla avstånd kortare, jfr bilaga A. Det avstånd som blivit längre gäller ett stort klorutsläpp vid ogynnsamt väder. Skillnaden beror inte på att vi skulle värdera klor som farligare nu, utan snarare på att vi har ett bättre beräkningsprogram som klarar av avstånd längre än 10 km.

Tabell 6

Initialt riskområde för ammoniak.

	Normalt väder vind 5 m/s (stabilitetsklass D)	Ogynnsamt väder vind ≤ 2 m/s (stabilitetsklass F)
	Beräknat för ammoniak. Tabellvärdena är ungefärliga; använd Spridning Luft eller liknande för att göra egna beräkningar anpassade till situationen!	
Litet utsläpp (packningsläckage)	100 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	400 m radie.
Större utsläpp (rörbrott på anslutningsrör)	600 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	3100 m radie.
Brandutsatt gasflaska	300 m.	

Tabell 7

Initialt riskområde för klor.

	Normalt väder vind 5 m/s (stabilitetsklass D)	Ogynnsamt väder vind ≤ 2 m/s (stabilitetsklass F)
	Beräknat för klor. Tabellvärdena är ungefärliga; använd Spridning Luft eller liknande för att göra egna beräkningar anpassade till situationen!	
Litet utsläpp (packningsläckage)	300 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	1100 m radie.
Större utsläpp (rörbrott på anslutningsrör)	1200 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	11,2 km radie.
Brandutsatt gasflaska	300 m.	

Tabell 8

Initialt riskområde för svaveldioxid.

	Normalt väder vind 5 m/s (stabilitetsklass D)	Ogynnsamt väder vind ≤ 2 m/s (stabilitetsklass F)
	Beräknat för svaveldioxid. Tabellvärdena är ungefärliga; använd Spridning Luft eller liknande för att göra egna beräkningar anpassade till situationen!	
Litet utsläpp (packningsläckage)	100 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	500 m radie.
Större utsläpp (rörbrott på anslutningsrör)	400 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	1800 m radie.
Brandutsatt gasflaska	300 m.	

Tabell 9

Initialt riskområde för generell giftig kondenserad gas.

	Normalt väder vind 5 m/s (stabilitetsklass D)	Ogynnsamt väder vind ≤ 2 m/s (stabilitetsklass F)
	Tabellvärdena är ungefärliga; använd Spridning Luft eller liknande för att göra egna beräkningar anpassade till situationen!	
Litet utsläpp (packningsläckage)	300 m i vindriktningen, 50 m mot vinden.	1 km radie.
Större utsläpp (rörbrott på anslutningsrör)	1 km i vindriktningen, 50 m mot vinden.	Från 2 km till över 10 km radie beroende på ämne.
Brandutsatt gasflaska	300 m.	

5. Referenser

Burman, Jan, m.fl., 2013: *Osäkerheter i observationer och beräkningar*. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). ISSN 1650-1942.

Eriksson, Håkan, 1999: *Hur farlig är en ishall med ammoniak? – Beräkningar av riskavstånd vid vådautsläpp av ammoniak samt hur stora byggnader påverkar spridningen av gaser*. Statens räddningsverk. ISBN 91-88891-97-6.

Eriksson, Håkan & Östlund, Henrik, 2003: *Insatsplan för olycka med svaveldioxid i Umeå – Ett typexempel på insatsplan för stor kemikalieolycka*. Statens räddningsverk. ISBN 91-7253-185-1.

Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad 2015. ISBN 978-91-7383-571-8. (Åtgärdskalender utgiven i samarbete mellan MSB, Polisen och Socialstyrelsen.)

Hygieniska gränsvärden (AFS 2015:7), Arbetsmiljöverkets författningssamling. Arbetsmiljöverket. ISBN 978-91-7930-628-1.

Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH), The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Hämtat från <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlhintr.html> den 11 augusti 2016.

Johansson, Mia, 2016: *Asthmatics as a susceptible population in health risk assessment of airborne chemicals*. Karolinska institutet. ISBN 978-91-7676-167-0.

Jonasson, Sofia & Koch, Bo, 2015: *Skadeutfallsberäkning och konsekvensanalys för allmänheten efter exponering för utvalda industrikemikalier och nervgaser*. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). ISSN 1650-1942.

Levein, Magnus, 2014: *Framtagande av nya rekommendationer för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (PM, dnr 2014-4245.)

RIB Farliga ämnen (databas), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <http://rib.msb.se/kem/>. Besökt den 27 juni 2016.

RIB Hjälp, *RIB Farliga ämnen* (databas), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtat från <http://rib.msb.se/portal/help/kem/help.html> den 27 juni 2016.

Riskområde (termpost), *Socialstyrelsens termbank 2015*. Återgiven i: *Rikstermbanken*. Hämtat från <http://www.rikstermbanken.se/rtb/visaTermpost.html?id=244812> den 27 juni 2016.

Riskområde vid olycka med Farligt gods, Svenska Brandförsvarsföreningen, Stockholm 2002. ISBN 91-7144-355-X.

Riskområden (artikel), *HazMat Training* (webbutbildning), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtat från <https://hazmattraining.msb.se/Learning/Fact/65> den 27 juni 2016.

Öberg, Mattias, m.fl. 2008: *Riktvärden vid akut exponering för kemiska ämnen*. Karolinska institutet. IMM-rapport 1/2008.

Bilaga A – Avståndstabeller från 2014

Nedan redovisas de tabeller med initiala riskområden som MSB lanserade hösten 2014.²⁴ Uppställningen är justerad så att normalt väder är den vänstra kolumnen och ogynnsamt väder den högra, vilket förenklar jämförelsen med de nya tabellerna i kapitel 4.

Notera också att tabell 10–11 nedan är ”råa” tabeller hämtade direkt från originalkällan. När de används i RIB Farliga ämnen och i åtgärdskalendern är de kompletterade med traditionella tumregler för riskområde mot vindens riktning och riskområde vid brandutsatt gasflaska, på motsvarande sätt som gjorts i tabellerna 6–9 i kapitel 4.

Tabell 10

Rekommenderade initiala riskavstånd 2014 för ammoniak. Vid normalväder underförstås att riskområdet är en plym i vindens riktning. Vid ogynnsamt väder underförstås att riskområdet är cirkulärt.

Ammoniak	Normalväder 5 m/s stabilitet D	Ogynnsamt väder 2 m/s stabilitet F
Litet utsläpp (packningsläckage)	200 m	600 m
Stort utsläpp (brott på anslutningsrör)	3 km	6 km

Tabell 11

Rekommenderade initiala riskavstånd 2014 för klor och svaveldioxid. Vid normalväder underförstås att riskområdet är en plym i vindens riktning. Vid ogynnsamt väder underförstås att riskområdet är cirkulärt.

Klor, svaveldioxid	Normalväder 5 m/s stabilitet D	Ogynnsamt väder 2 m/s stabilitet F
Litet utsläpp (packningsläckage)	600 m	3 km
Stort utsläpp (brott på anslutningsrör)	6 km	10 km

²⁴ Levein 2014.

Bilaga B – Källstyrkor

De källstyrkor som Spridning Luft beräknat för de olika delscenarierna redovisas i tabell 12 nedan. Källstyrkorna är beroende på vädersscenario, eftersom temperaturen spelar in.

Tabell 12

Källstyrkor i de olika delscenarierna.

Kemikalie	Utsläpp	Väder	Källstyrka
Ammoniak	Litet	Normalt	0,34 kg/s
	Litet	Ogynnsamt	0,27 kg/s
	Större	Normalt	26 kg/s
	Större	Ogynnsamt	20 kg/s
Klor	Litet	Normalt	0,45 kg/s
	Litet	Ogynnsamt	0,37 kg/s
	Större	Normalt	9,6 kg/s
	Större	Ogynnsamt	7,7 kg/s
Svaveldioxid	Litet	Normalt	0,27 kg/s
	Litet	Ogynnsamt	0,19 kg/s
	Större	Normalt	4,6 kg/s
	Större	Ogynnsamt	3,4 kg/s

Bilaga C – Förklaring av gränsvärden

AEGL – Acute Exposure Guideline Levels

Syftet med AEGL-värdena är att skapa ett vetenskapligt baserat verktyg som kan användas vid planering, respons och prevention av olyckstillbud.

Riktvärdena ska kunna användas både på allmänna platser, arbetsplatser, transporter, militära operationer och vid sanering av förorenade områden.

AEGL-värden är riktvärden för exponering under en kort tid, vid enstaka tillfällen, för luftburna ämnen med hög akut toxicitet.

Värdena anger tröskelvärden för den allmänna befolkningen och är utvecklade för fem olika exponeringstider (10 min, 30 min, 1 tim, 4 tim och 8 tim) och tre olika grader av effekter. Även om känsliga grupper per definition inkluderas så kan fortfarande vissa enstaka personer drabbas under de nivåer som anges.

AEGL-1: den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkningen, inklusive känsliga individer, kan uppleva besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom. Effekterna är dock övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.

AEGL-2: den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkningen, inklusive känsliga individer, kan få irreversibla eller andra allvarliga och långvariga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen.

AEGL-3: den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkningen, inklusive känsliga individer, kan drabbas av livshotande hälsoeffekter eller död.

Ansvarig myndighet: amerikanska naturvårdsverket (EPA).

ERPG – Emergency Response Planning Guidelines

ERPG är ett mått på den luftburna koncentration vid vilken en person efter en timmes exponering kan erhålla förgiftningssymtom. Värdena tar **inte** hänsyn till att vissa personer kan vara särskilt känsliga. De tre nivåerna är:

ERPG-1: Den maximala koncentrationen i luft under vilken det kan antas att nästan alla individer kan exponeras upp till en timme utan att uppleva annat än milda och reversibla effekter på hälsan eller uppleva en klart urskiljbar lukt.

ERPG-2: Den maximala koncentrationen i luft under vilken det kan antas att nästan alla individer kan exponeras upp till en timme utan att uppleva eller utveckla irreversibla eller andra allvarliga skadesymtom som kan hindra dem från att vidta skyddsåtgärder.

ERPG-3: Den maximala koncentrationen i luft under vilken det kan antas att nästan alla individer kan exponeras upp till en timme utan att erhålla livshotande eller dödliga skador.

Ansvarigt organ: American Industrial Hygiene Association (AIHA).

IDLH – Immediately dangerous to life or health

Gränsvärdet IDLH togs fram som ett stöd i valet av andningsskyddsutrustning. Tanken med IDLH var att bestämma vid vilken koncentration en arbetare kan utrymma från ett förorenat område, utan att drabbas av irreversibla hälsoeffekter, ifall hans andningsskyddsutrustning skulle krångla. I bedömningen vägs också in symtom som påverkar förmågan att fly, t.ex. ögonirritation eller förvirring.

Rent beräkningsmässigt är IDLH den maximala koncentration som vid upp till 30 minuters exponering varken orsakar irreversibla hälsoeffekter eller ger symtom som påverkar förmågan att sätta sig i säkerhet. IDLH-specifikationen är dock tydlig med att en drabbad person (vars filtermask börjat läcka) ska ta sig ut ur det förorenade området så fort som möjligt. Det är alltså inte meningen att man ska tänka "ja, ja, men jag kan stanna kvar en halvtimme".

Vid föroreningskoncentrationer som överstiger IDLH ska inte filtermask användas, det är för farligt. Då krävs ett mer avancerat andningsskydd som exempelvis räddningstjänstens tryckluftsapparat.

Ansvariga myndigheter: amerikanska arbetsmiljöverket (OSHA) och arbetsmiljöinstitutet (NIOSH).

NGV – Nivågränsvärde

Nivågränsvärdet är ett svenskt hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag, normalt 8 timmar. Nivågränsvärden är bindande och får inte överskridas.

Ansvarig myndighet: svenska Arbetsmiljöverket.

Källor:

Hygieniska gränsvärden (AFS 2015:7); Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH); RIB Hjälp, RIB Farliga ämnen; Öberg m.fl. 2008. Fullständiga referenser anges i kapitel 5.