



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

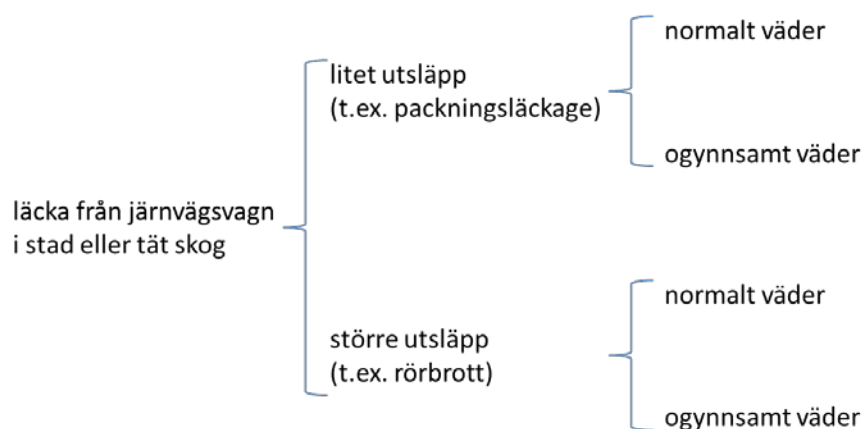
Framtagande av nya rekommendationer för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser

Bakgrund

I RIB Farliga ämnen ges initialt riskområde för giftiga gaser i form av en enkel tabell. Den tabell som använts under flera år kommer från Hazmat Training. Problemet är att dessa avstånd inte tål någon närmare granskning: de är från början uträknade för klor med gränsvärdet **30 ppm**, vilket visserligen en gång i tiden var IDLH-värdet för klor, men dels är IDLH-värdet sänkt till 10 ppm och dels är gränsvärdena ERPG-2 och AEGL-2 mer relevanta än IDLH när det gäller avspärningar i räddningstjänstsammanhang. (De olika gränsvärdena förklaras i bilaga A.) Vid 60 min exponering är AEGL-2 och ERPG-2 **2 ppm** respektive **3 ppm**. Därför har nya riskavståndsrekommendationer tagits fram. Beräkningarna har gjorts för de tre största giftiga kondenserade gaserna: ammoniak, klor och svaveldioxid. Övriga giftiga gaser har sedan knutits till de rekommendationer som tagits fram baserat på de tre vanligaste ämnena.

Scenariotråd

Som grund för våra rekommendationer väljer vi ett scenario med ett kontinuerligt utsläpp från en läckande järnvägsvagn. Scenariot är uppdelat i följande delvarianter, vilka förklaras närmare på de följande sidorna:



Underlag från olika källor

För varje scenario har ett urval av "riskavstånd" tagits fram, för att ge en jämförelse att diskutera utifrån:

- Rekommendation enligt Emergency Response Guidebook 2012 (ERG 2012). Rekommendationerna baseras på statistiska beräkningar av tusentals hypotetiska utsläppsscenarioer med hänsyn taget till normala värderförhållanden i Canada, USA och Mexico.
- Beräkning med RIB:s egen *Spridning Luft* till ett par olika gränsvärden.
- Beräkning med amerikanska naturvårdsverkets *ALOHA* till ett par olika gränsvärden.
- Beräkning med tyska statens *Austal 2000* till ett par olika gränsvärden.
- Beräkning med FOI:s *Dispersion Engine*, modellen *Puma*, som visserligen inte är helt färdigutvecklad ännu, men som tagits med som jämförelse.

Indata till egna simuleringar

Val av utsläpp

Utsläppsscenarioernas detaljer är hämtade från de data som finns i *Spridning Luft*.

Utsläppsscenario	Kemikalie	Utsläpp som använts i <i>Spridning Luft</i>
Litet utsläpp		Packningsläckage: 0,2 cm ²
Större utsläpp	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

- Rördiametern har valts utifrån den typiska anslutningen på järnvägsvagnar för den aktuella kemikalien. Vid rörbrott har rörets längd satts till 1,0 m.

Val av väder och spridningsförutsättningar

Vid stabil vind (normalt väder) underförstås att riskområdet är en plym i vindriktningen. Om vi har inversion och stabil vindriktning saknas (ogynnsamt väder) underförstås att riskområdet är radiellt.

Solinstrålningen har angetts till 300 W/m² i båda fallen; denna parameter är i praktiken ovidkommande. Ytråheten är satt till 1,0 m (= stad eller tät skog).

Med stöd av "Hur farlig är en ishall med ammoniak?" (Statens räddningsverk, 1999), "Insatsplan för olycka med svaveldioxid" (Statens räddningsverk, 2003) samt "Osäkerheter i observationer och beräkningar" (Totalförsvarets forskningsinstitut, 2013) har följande två väderscenarion använts i beräkningarna:

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

- Vid jämförelse med ERG 2012 har "day" tolkats som normalt väder och "night" tolkats som ogynnsamt väder.

Källstyrkor

De källstyrkor som använts som indata till egna simuleringar återges nedan. Källstyrkorna är framtagna med Spridning Luft (ALOHA ger ungefär samma värden) och är beroende på vädersscenario, eftersom temperaturen spelar in.

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

Val av gränsvärde

Vilket gränsvärde som väljs påverkar beräkningsresultatet i högsta grad. Därför har minst två gränsvärden testats för varje scenario.

Ammoniak	För ammoniak har som primära värden 150 ppm (ERPG-2) och 160 ppm (AEGL-2 för 60 min) använts. Detta har kompletterats med 50 ppm (TGV), eftersom tillgängliga försöksdata och analysgruppens personliga erfarenheter visar att ammoniak ger obehag redan vid koncentrationer under AEGL-2.
Klor	För klor har 2 ppm (AEGL-2 för 60 min) och 3 ppm (ERPG-2) använts.
Svaveldioxid	För svaveldioxid har värdena 0,75 ppm (AEGL-2) och 3 ppm (ERPG-2) använts, kompletterat med 2 ppm (NGV).

Analys

De sammanställningar som gjordes gick i genom i en analysgrupp bestående av Magnus Levein, Ove Brunnström och Hans Källström, samtliga på MSB i Karlstad.

Resultatet av de olika delberäkningarna skiljer sig en hel del för ett och samma scenario. Det kändes därför rimligt att basera våra rekommendationer på någon slags storleksordning snarare än på exempelvis ett uträknat medelvärde. Att använda storleksordningen 100, 1 000, 10 000 skulle dock bli alltför grovt. Istället valde vi att använda denna logaritmiska skala (med en värdesiffra):

- $10^2 = \mathbf{100}$
- $10^{2\frac{1}{4}} = 177,8279 \approx \mathbf{200}$
- $10^{2\frac{1}{2}} = 316,2278 \approx \mathbf{300}$

- $10^{2\frac{3}{4}} = 562,3413 \approx \mathbf{600}$
- $10^3 = \mathbf{1\ 000}$
- $10^{3\frac{1}{4}} = 1778,279 \approx \mathbf{2\ 000}$
- $10^{3\frac{1}{2}} = 3162,278 \approx \mathbf{3\ 000}$
- $10^{3\frac{3}{4}} = 5623,413 \approx \mathbf{6\ 000}$
- $10^4 = \mathbf{10\ 000}$

Vid analysen konstaterades ganska snabbt att klor och svaveldioxid ger sinsemellan likartade riskavstånd, medan riskavstånden för ammoniak blir betydligt kortare. Av denna anledning togs två riskavståndstabeller fram: en för klor & svaveldioxid och en för ammoniak.

Delresultaten som analysen baseras på redovisas i bilaga B.

Analysgruppen kom fram till följande rekommenderade initiala riskavstånd:

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

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

Implementering

De nya rekommendationerna för riskområden vid utsläpp av giftiga gaser kommer att arbetas in i följande material:

- Rekommendationerna i RIB Farliga ämnen uppdateras i nästa version av RIB som ges ut under hösten 2014.
- Rekommendationerna i åtgärdskalendern "Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE" kommer att uppdateras i avsnittet som behandlar initialt riskavstånd för giftiga gaser. Där nyttjas dock enbart avstånden som är framtagna för klor och svaveldioxid men inte tabellen för ammoniak. För ammoniak och en del andra giftiga gaser kommer således kalenderens avstånd att bli onödigt långa. Detta är en konsekvens av att vi i kalendern prioriterar enkelheten i att bara redovisa en tabell, medan vi i RIB har möjlighet att ge mer specifika råd.

Anmärkning: De avstånd som angetts i första tryckningen av åtgärdskalendern (februari 2014) är preliminära resultat från denna genomgång. I det fortsatta arbetet kom ett par av avstånden att förlängas. Avstånden i åtgärdskalendern uppdateras därför vid nästa tryckning.

Bilaga A – Förklaring av gränsvärden

AEGL – Acute Exposure Guideline Levels

Ansvarig myndighet: amerikanska naturvårdsverket (EPA).

»Syftet med AEGLs 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 definieras som 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 är 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 är den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkning, inklusive känsliga individer, kan drabbas av livshotande hälsoeffekter eller död.»

(Förklaringen är hämtad från "Riktvärden vid akut exponering för kemiska ämnen", M. Öberg et al, Institutet för miljömedicin, 2008.)

ERPG – Emergency Response Planning Guidelines

Ansvarigt organ: American Industrial Hygiene Association (AIHA).

»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.»

(Förklaringen är hämtad från RIB:s hjälptexter.)

IDLH – Immediately dangerous to life or health

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

»IDLH är den maximala koncentration som vid upp till 30 minuters exponering varken orsakar irreversibla hälsoeffekter eller ger symptom som påverkar förmågan att sätta sig i säkerhet.

IDLH-konceptet togs fram utifrån att arbetare skulle kunna utrymma från ett kontaminerat område om de fick problem med sin andningsskyddsutrustning. Vid föroreningskoncentrationer som överstiger IDLH kan således inte filtermask bli aktuellt, utan då krävs räddningstjänstens vanliga tryckluftsapparat.

Vidare gäller att den drabbade personen inte ska stanna i det förorenade området under 30 minuter, utan så fort som möjligt ta sig därifrån.»

(Förklaringen är hämtad från RIB:s hjälptexter.)

NGV och TGV – Nivågränsvärde och takgränsvärde

Ansvarig myndighet: svenska Arbetsmiljöverket.

Dessa gränsvärden är bindande arbetsmiljöföreskrift i Sverige.

»Hygieniskt gränsvärde: Högsta godtagbara genomsnittshalt av en luftförorening i inandningsluften beräknat som ett tidsvägt medelvärde. Ett hygieniskt gränsvärde är antingen ett nivågränsvärde eller ett takgränsvärde.

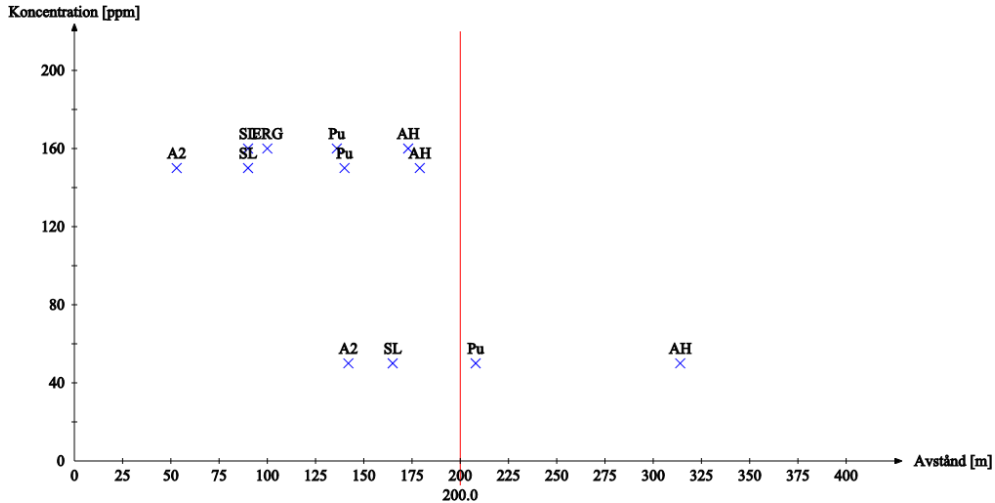
Nivågränsvärde: Hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag, normalt 8 timmar.

Takgränsvärde: Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter. För ammoniak, monoisocyanater och diisocyanater gäller referensperioden 5 minuter.»

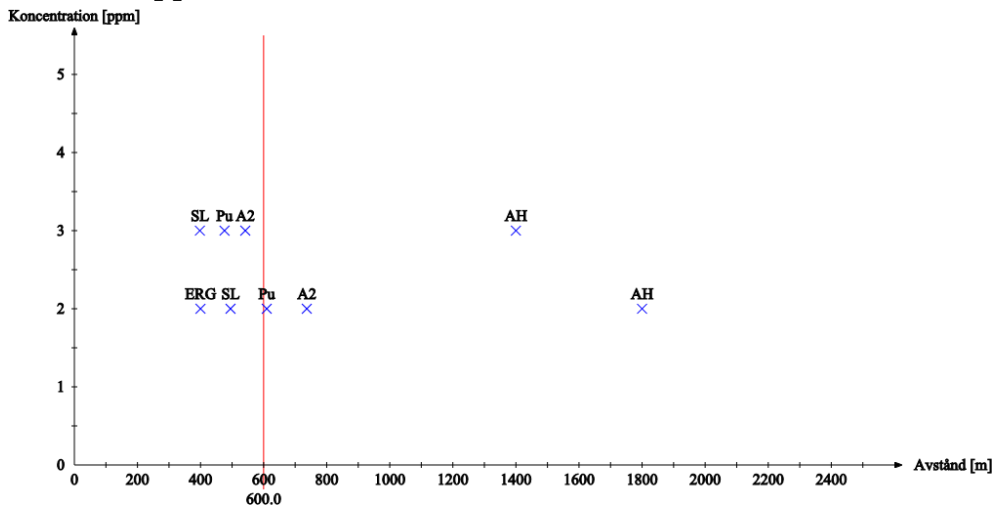
(Förklaringen är hämtad från Arbetsmiljöverkets författningssamling 2011:18.)

Bilaga B – Riskavstånd för de olika delscenarierna

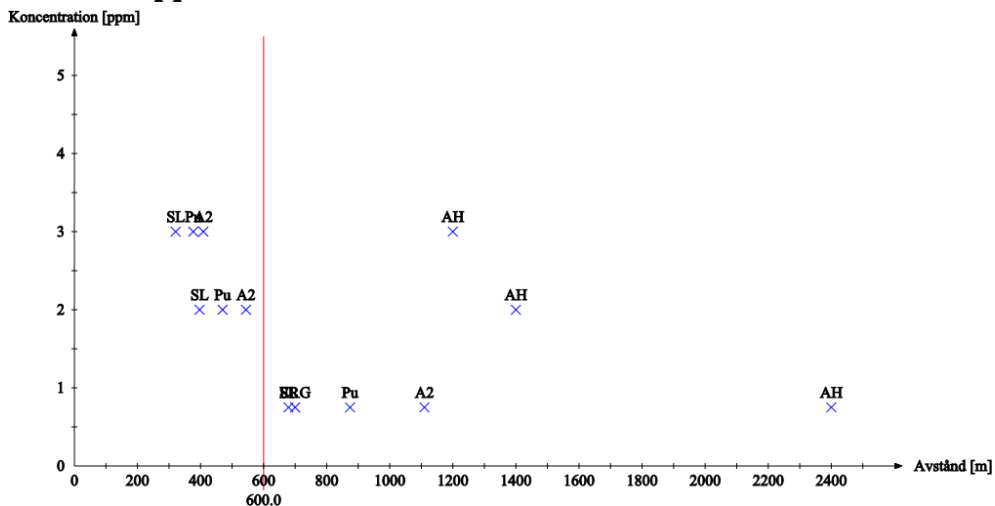
Litet utsläpp, normalt väder – Ammoniak



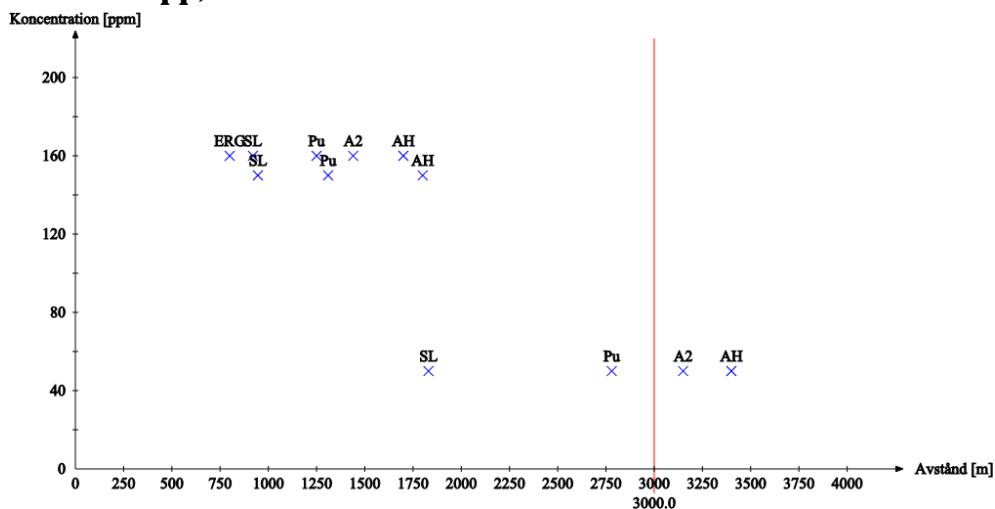
Litet utsläpp, normalt väder – Klor



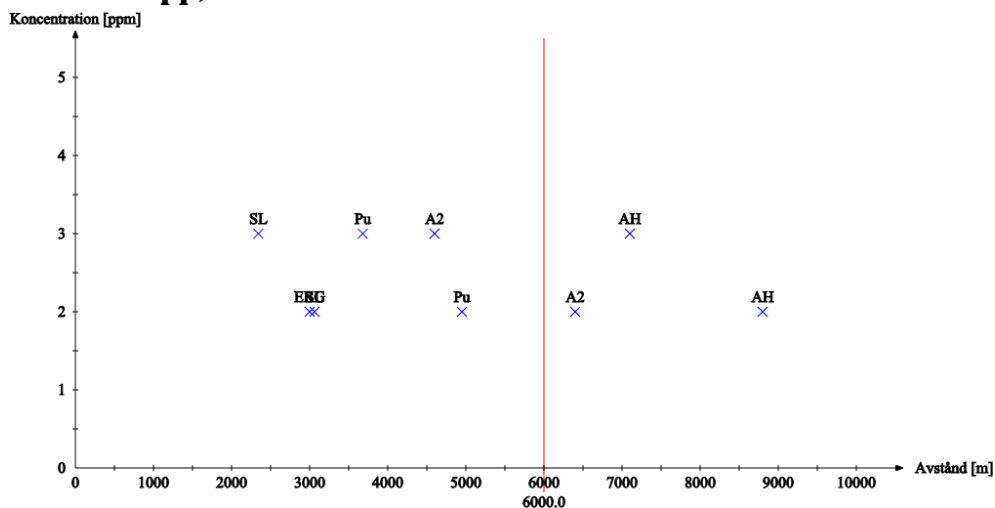
Litet utsläpp, normalt väder – Svaveldioxid



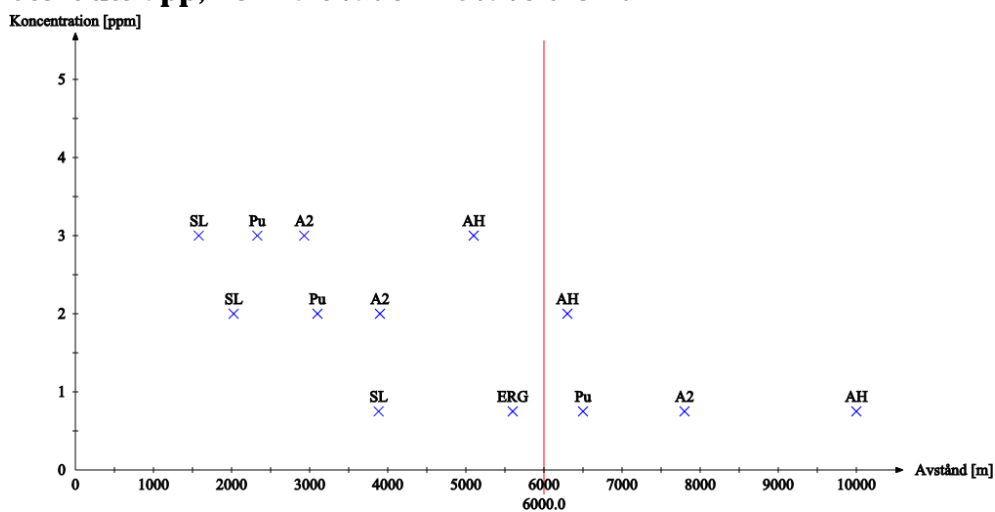
Stort utsläpp, normalt väder – Ammoniak



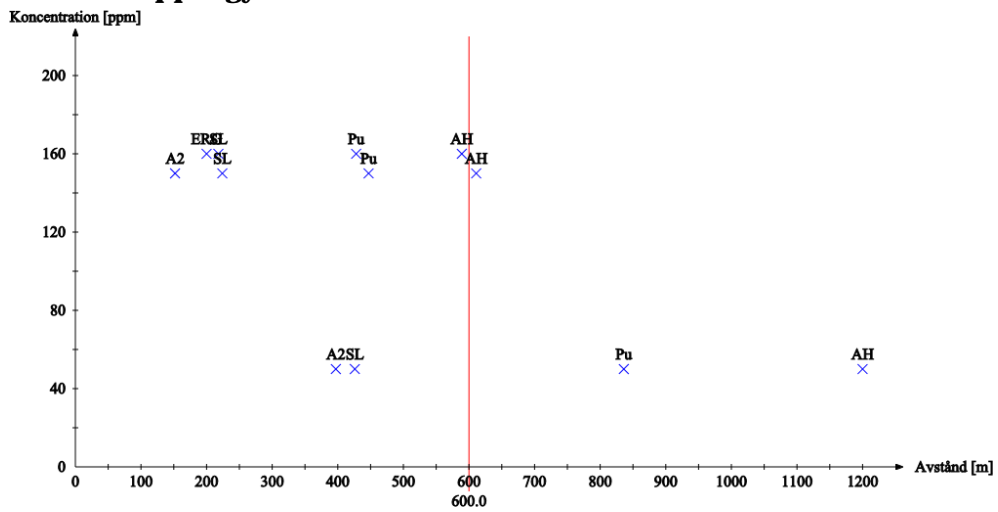
Stort utsläpp, normalt väder – Klor



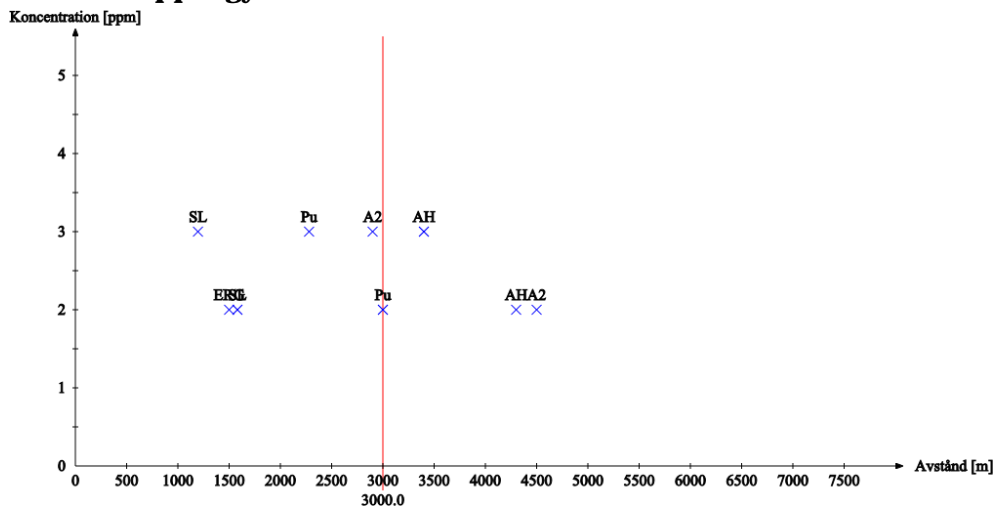
Stort utsläpp, normalt väder – Svaveldioxid



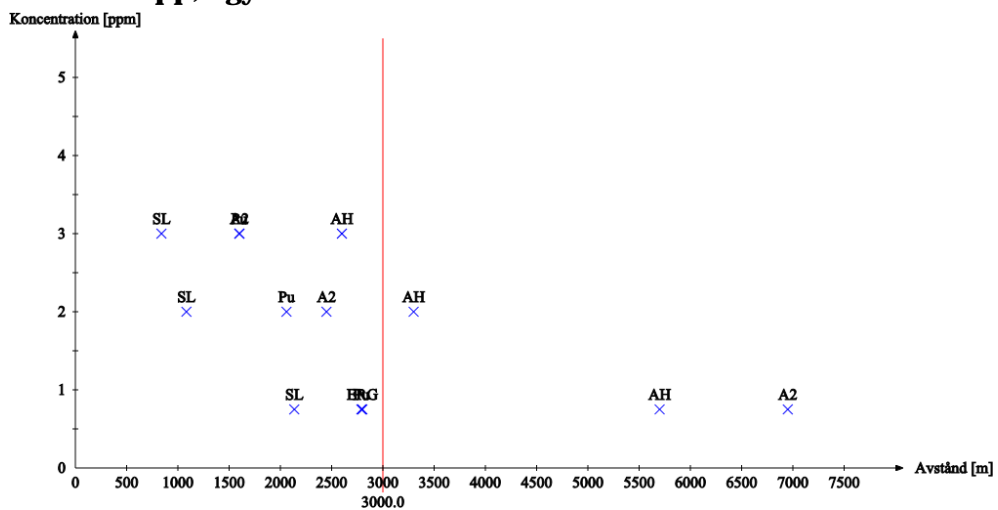
Litet utsläpp, ogynnsamt väder – Ammoniak



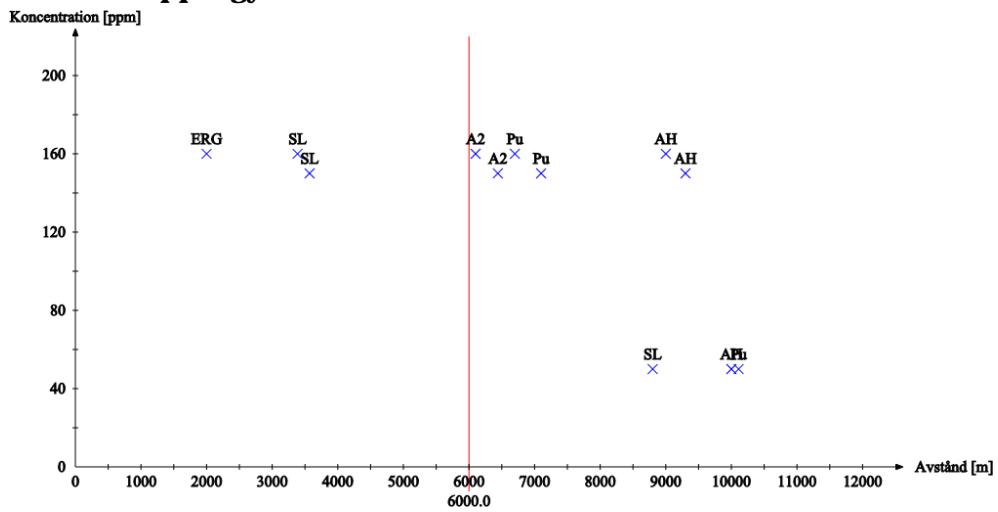
Litet utsläpp, ogynnsamt väder – Klor



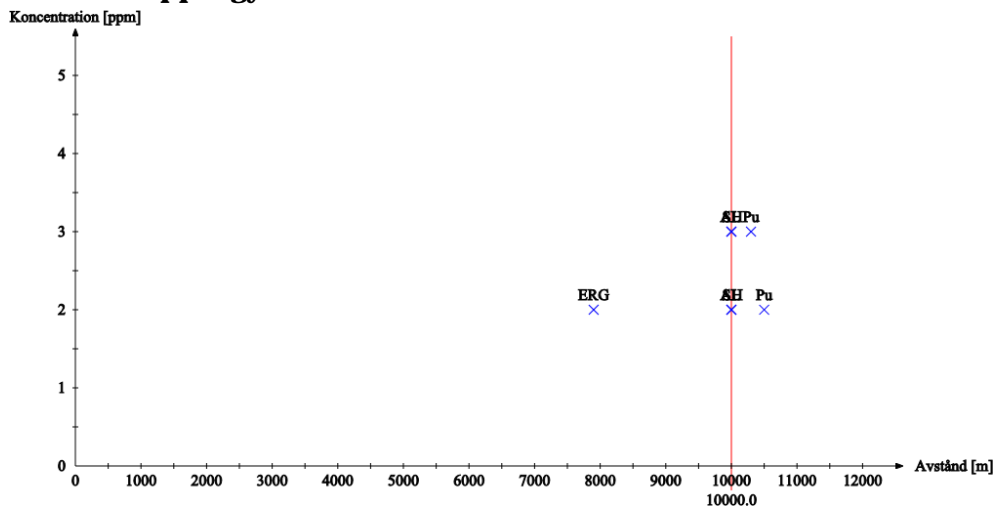
Litet utsläpp, ogynnsamt väder – Svaveldioxid



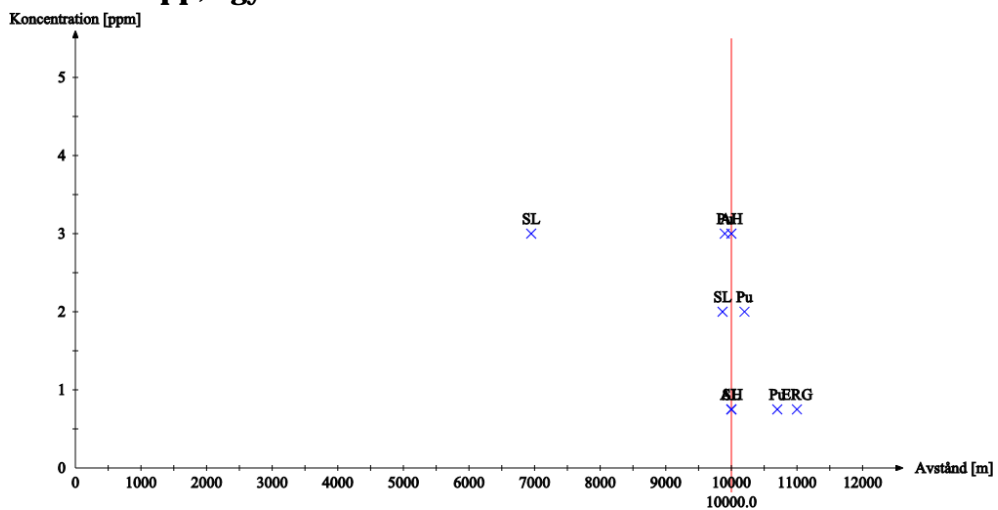
Stort utsläpp, ogynnsamt väder – Ammoniak



Stort utsläpp, ogynnsamt väder – Klor



Stort utsläpp, ogynnsamt väder – Svaveldioxid



Symbolförklaringar

- A2 = Austal 2000
- AH = ALOHA
- ERG = Emergency Response Guidebook 2012
- Pu = Dispersion Engine, modell Puma
- SL = Spridning Luft

Det röda strecket markerar rekommenderat initialt riskavstånd.

Anmärkningar

Diagrammen "stort utsläpp, ogynnsamt väder" för klor och svaveldioxid är något oegentliga, eftersom flera av beräkningsmodellerna inte kan räkna på längre avstånd än 10 km, och resultatet från modellen därför har plottats som just 10 km.