

Risicanalys avseende olyckor med farligt gods

Detaljplan för Röstånga 3:92, del av Röstånga 5:45,
Billingevägen m. fl. i Röstånga samhälle,
Svalövs kommun

2010-03-24

Risicanalys avseende olyckor med farligt gods

Detaljplan för Röstånga 3:92, del av Röstånga 5:45,
Billingevägen m. fl. i Röstånga samhälle,
Svalövs kommun

Beställare

Svalövs kommun
Magnus Källström

Konsult

Wuz risk consultancy AB
Box 72
244 22 Kävlinge
Tel: 046-14 02 01
Orgnr: 556725-9394
www.wuz.se

Uppdragsansvarig

Fredrik Nystedt, brandingenjör LTH, tekn. lic.
fredrik@wuz.se, 0709-14 01 03

.....

Kvalitetssäkring

Nan Kjellberg, civilingenjör, Fire Safety Design AB
nan@fsd.se, 0706-80 21 60

.....

Dokumenthistorik

Datum	Dokument	Kommentar
2010-03-24	Rapport	Kontrollerad

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Omfattning	4
1.2	Metod	4
1.3	Avgränsningar	4
1.4	Risikvärdering	4
1.4.1	Allmänt	4
1.4.2	Länsstyrelsens riktlinjer	5
2	Förutsättningar	6
2.1	Planområdet.....	6
2.2	Transport av farligt gods	7
2.2.1	Transportklasser (ADR).....	7
2.2.2	Nationell statistik	7
2.2.3	Transporter på Rv 13 via Röstånga	8
2.3	Kriterier för värdering av risk.....	9
3	Risikidentifiering av olyckor vid transport av farligt gods	9
3.1	Möjliga olyckor.....	9
3.2	Val av olycksscenarier	10
4	Konsekvenser av olyckor med farligt gods	12
4.1	Modeller och indata	12
4.2	Skadekriterier.....	12
4.3	Konsekvenser.....	13
5	Frekvenser för olycka med farligt gods	14
5.1	Scenarier	14
5.1.1	Sannolikheter	14
5.2	Olycksriktning	16
5.3	Trafikolyckor på Rv13.....	17
5.3.1	Robusthet.....	17
5.3.2	Olyckskvot	19
5.3.3	Index för farligodsolycka.....	19
5.3.4	Andel singelolyckor.....	19
5.3.5	Olycksfrekvenser.....	20
6	Risiknivå	21
6.1	Modell för beräkning av risk	21
6.2	Resultat	22
7	Slutsatser	22

1 Inledning

Wuz risk consultancy AB har på uppdrag av Svalövs kommun utfört en analys av olycksrisken avseende transport av farligt gods på väg Rv 13 i samband med en ny detaljplan för Röstånga 3:92, del av Röstånga 5:45, Billingevägen m. fl. i Röstånga samhälle, Svalövs kommun.

Plan- och bygglagen utgår från att kommunerna i sina planer och beslut från början beaktar sådana risker för hälsa och säkerhet som har samband med markanvändning och bebyggelseutveckling.

1.1 Omfattning

Analysen avser risker till följd av transport av farligt gods på Rv13 vid passage genom Röstånga samhälle. Riskanalysen besvarar följande centrala frågeställningar.

- ♦ Hur påverkas planområdet av transport av farligt gods på Rv13?
- ♦ Hur ska riskhänsyn visas och finns det ett behov av åtgärder eller begränsningar för att möjliggöra en användning enligt detaljplaneförslaget?

1.2 Metod

Analysen arbetar efter följande frågeschema:

- ♦ Vad kan hända?
- ♦ Hur ofta kan det hända?
- ♦ Vilka blir konsekvenserna?

Se även avsnitt 1.4 om riskvärdering.

1.3 Avgränsningar

Med risk avses i dessa sammanhang en sammanvägning av frekvensen för en olycka och dess konsekvens. Rapporten behandlar risker för människors liv, säkerhetsrisker, relaterade till förekomsten av farligt gods transport. Följande risker behandlas ej:

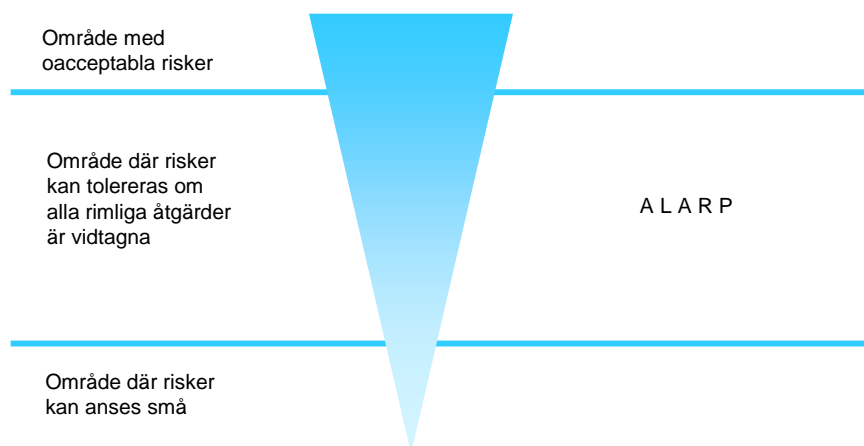
- ♦ Risker för egendom, arbetsmiljö och påverkan på miljön.
- ♦ Risker förknippade med buller, vibrationer, elsäkerhet och luftföroreningar i det aktuella området.

1.4 Riskvärdering

1.4.1 Allmänt

Framtagna acceptanskriterier kommer att användas för att avgöra om risknivån är acceptabel eller inte. Acceptanskriterierna uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med en given konsekvens skall inträffa.

Risker kan delas in i tre kategorier. De kan anses vara acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 1 nedan beskriver principen för riskvärdering¹.



Figur 1 Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

Om en risk anses vara acceptabel med restriktioner innebär det att man befinner sig i ett område som vanlig benämns "ALARP", vilket är en förkortning av "As Low As Reasonably Practicable". Befinner sig risken för en olycka inom detta område bör riskerna reduceras så mycket som är möjligt utifrån samhällsekonomiska och praktiskt perspektiv. Konkret innebär det en kombination av olika riskreducerande åtgärder som t.ex. separering (avstånd till transportleden), differentierad bebyggelse, hastighetsbegränsning och vägutformning.

1.4.2 Länsstyrelsens riktlinjer

I Länsstyrelsens riktlinjer för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods i Skåne² ges följande indelning i zoner:

- 0-30 m *Bebyggelsefritt (zon A)*. Individrisknivån överstiger 10^{-5} i en robust modell. Ett av skyddsavstånd på 30 m ger en markant minskning av samhällsrisk. I denna zon är lämplig markanvändning exempelvis parkering (P), trafik (T), odling (L), friluftsområde (N) eller tekniska anläggningar (E).
- 30-70 m *Mindre känslig bebyggelse (zon B)*. Individrisknivån är i intervallet 10^{-5} – 10^{-6} i en robust modell. Exempel på lämplig markanvändning är handel (< 3000 m²), industri (J), bilservice (G) och lager (U).
- 70-150 m *Bebyggelse med normal känslighet (zon C)*. Individrisknivån är i intervallet 10^{-6} – 10^{-7} i en robust modell. Exempel på lämplig markanvändning är småhusbebyggelse (B), övrig handel (H), kontor i ett plan, dock ej hotell (K), idrotts- och sportanläggningar utan betydande åskådarplass (Y), centrum (C), kultur (R).

¹ Davidsson, G., Lindgren, M., Mett, L., *Värdering av risk*. (SRV FoU rapport P21-182/97). Karlstad: Räddningsverket, 1997.

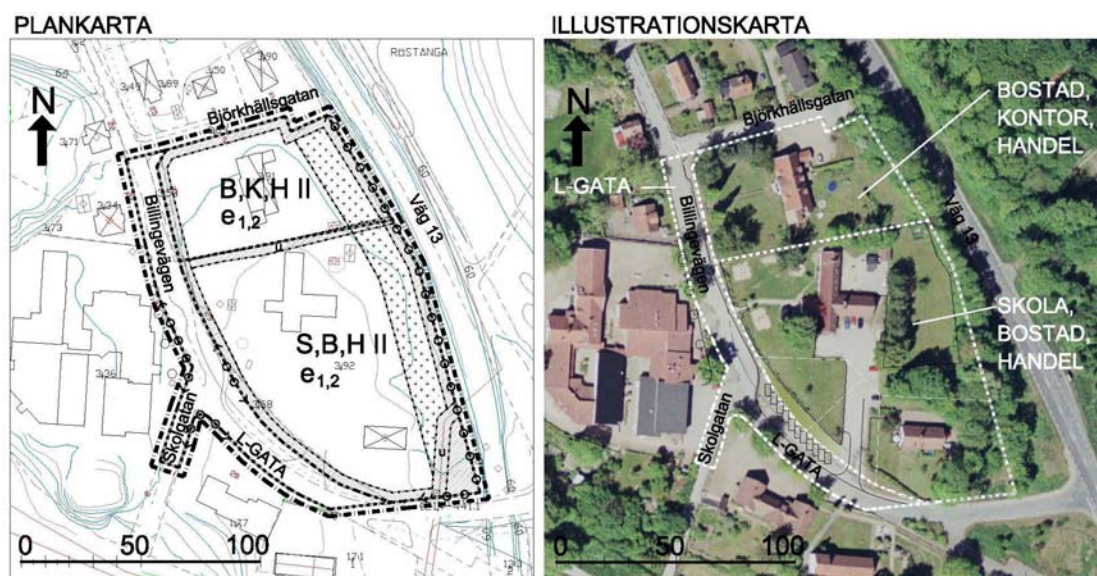
² Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Rapport "Skåne i utveckling", 2007:06.

> 150 m *Känslig bebyggelse (zon D)*. På detta avstånd understiger individrisknivån 10^{-7} i en robust modell. På detta avstånd finns inga begränsningar i markanvändningen. Lämplig markanvändning är flerbostadshus i flera plan (B), kontor i flera plan, inkl. hotell (K), vård (D), skola (S) och idrotts- och sportanläggningar med betydande åskådarp plats (Y).

2 Förutsättningar

2.1 Planområdet

Svalövs kommun arbetar med en ny detaljplan för Röstånga 3:92, del av Röstånga 5:45, Billingevägen m. fl. i Röstånga samhälle. I Figur 2 visas en plankarta och en illustrationskarta.



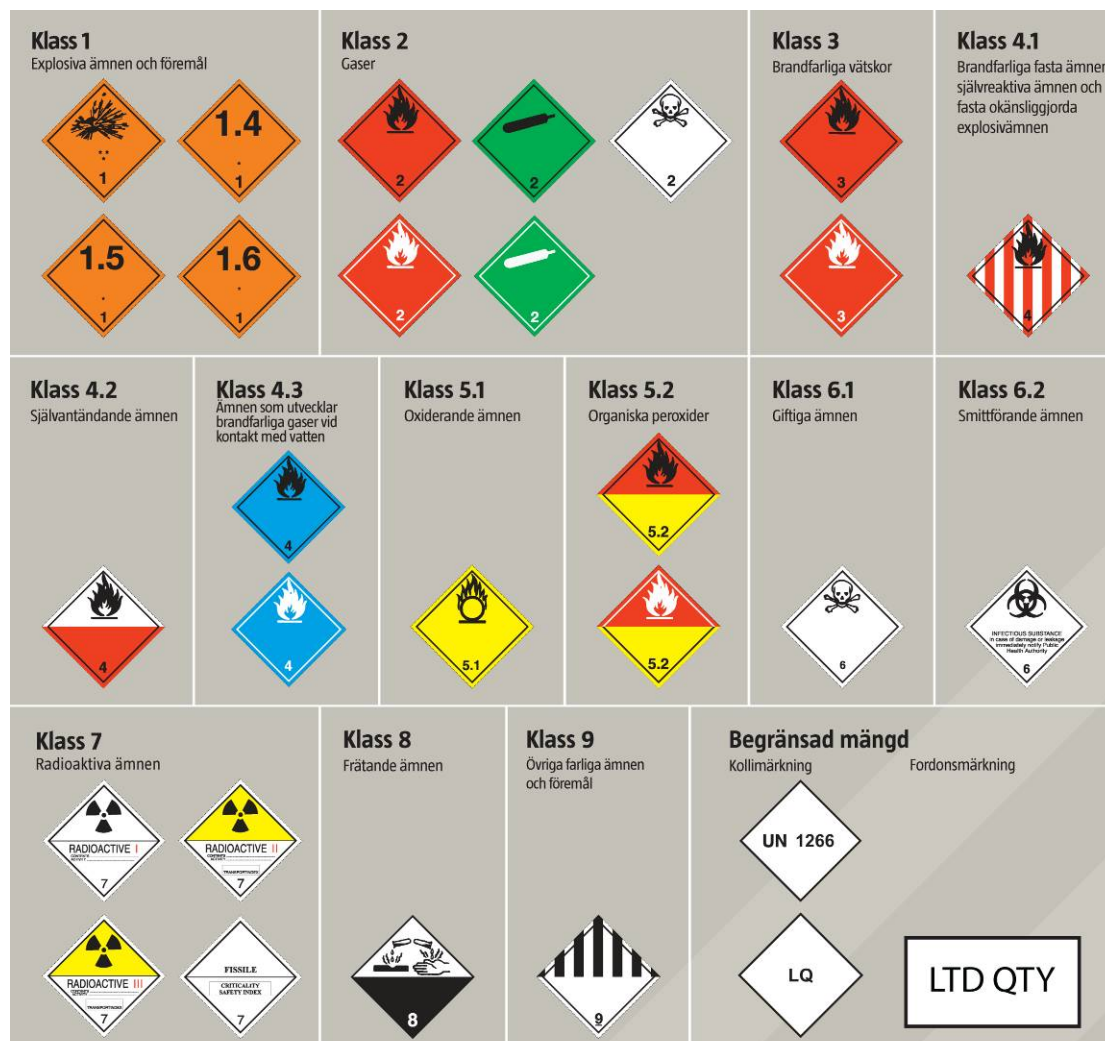
Figur 2 Plankarta (förhandskopia) tillhörande detaljplan för Röstånga 3:92, del av Röstånga 5:45, Billingevägen m. fl. i Röstånga samhälle, Svalövs kommun.

Planområdet möjliggör användning av mark till skola/förskola, bostäder, kontor och handel. Planen tillåter inte annan bebyggelse än uthus i ett område på drygt 20 m närmst vägen. Viktigt att notera är att planområdet befinner sig högre upp än vägen, vilket påverkar möjligheten för farligt gods att nå planområdet. Det finns en befintlig förskola i planområdet, c:a 50 m från vägkant. Förskolan inrymmer c:a 40 barn. Antal boende i planområdet är litet, c:a 10 personer.

2.2 Transport av farligt gods

2.2.1 Transportklasser (ADR)

Transport av farligt gods på väg regleras i ADR³ I ADR delas farligt gods in i klasser beroende på vilka farliga egenskaper som ämnet har. I Figur 3 visas klassindelningen och märkningen.



Figur 3 Indelning av farligt gods i ADR-klasser⁴.

2.2.2 Nationell statistik

SIKA (Statens institut för kommunikationsanalys) publicerar återkommande en nationell sammanställning⁵ av transporterat farligt gods på väg, vilken återges i Tabell 1.

³ ADR är europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på landsväg. Den svenska versionen av regelverket heter ADR-S (MSBFS 2009:2).

⁴ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, publikationsnummer. 0116-09, 2009.

Tabell 1 Sammanställning av nationell statistik för transport av farligt gods på väg 2000-2008. I avsnitt 2.2.1 förklaras resp. ADR-klass.

ADR-klass	Godsmängd (1000 ton)	Antal transporter (1000-tal)	Andel	Vikt per transport
1	471	45	0,7 %	10
2	9 541	605	8,9 %	16
3	90 817	5 359	78,6 %	17
4	601	30	0,4 %	20
5	3 726	120	1,8 %	31
6	1 109	40	0,6 %	28
8	12 641	472	6,9 %	27
9	4 069	149	2,2 %	27

Det är också möjligt att med hjälp av SIKAs statistik följa upp hur andelen farligt gods förändras över åren. I perioden 2000-2008 var den nationella andelen farligt gods i genomsnitt 2,1 %, med ett minsta värde på 1,6 % och ett största värde på 2,4 %. De senaste årens tendens är att antalet fordon som transporterar farligt gods på vägnätet minskar. År 2007 var andelen 1,7 % och år 2008 var den 1,6 %, värden som båda är lägre än medelvärdet för år 2000-2008.

2.2.3 Transporter på Rv 13 via Röstånga

Trafik med farligt gods på Rv 13 via Röstånga är förhållandevis lågt och i Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) kartläggning⁶ från 2008 anges en total mängd i intervallet 3 000- 30 000 ton per år samt att farligt gods i ADR-klass 2, 3, 6 och 8 transporteras via Röstånga. Spridningen i angivet intervall för total mängd är stor och om de enskilda klassernas maximala mängd summeras fås en total mängd på 14 000 ton per år, vilket motsvarar 780 fordon med farligt gods per år.

Kartläggningen visar *inte* på några transporter av farligt gods i de ADR-klasser som kan ge störst konsekvenser, exempelvis giftiga gaser och explosivämnen. För att skapa en robusthet för framtida förändringar kommer analysen att baseras på det nationella genomsnittet (se avsnitt 2.2.2), snarare än på de specifika uppgifterna för Röstånga. Följande flöde av farligt gods på väg används i analysen:

- ♦ Rv 13 via Röstånga: 780 fordon per år (2,1 fordon per dygn).

⁵ Statens institut för kommunikationsanalys. Rapporter om "Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar" för åren 2000-2006 med rapportnummer SSM 01:16, SSM 005:0204, SSM 005:0304, SSM 005:0404, SSM 005:0504, 2006:23, 2007:12, 2008:13 och 2009:12.

⁶ Tillgänglig via <http://www.msb.se>.

2.3 Kriterier för värdering av risk

Planområdet omfattar förskola, bostäder, kontor och handel, vilket enligt Länsstyrelsens riktlinjer (se avsnitt 1.4.2) ska klassificeras som *känslig bebyggelse*⁷ (zon D). Detta innebär att risknivån vid planerad bebyggelse inte ska överstiga 10^{-7} .

I Länsstyrelsens riktlinjer visas att samhällsrisken inte överskrider tillämpbara acceptanskriterier, givet att en zonindelning baserad på kriterier för individrisk följs. Denna bedömning gäller under förutsättning att persontätheten utmed aktuell transportled för farligt gods inte är högre än en (1) person per 1 000 m² tomtyta i intervallet 30-70 m samt fyra (4) personer på 1 000 m² tomtyta på avstånd större än 70 m.

Befolkningstätheten i Röstånga samhälle är betydligt lägre än de värden som Länsstyrelsens riktlinjer är baserade på. Därmed kan enbart kriteriet för individrisk på 10^{-7} per år användas för värdering av risk i planområdet.

3 Riskidentifiering av olyckor vid transport av farligt gods

3.1 Möjliga olyckor

Det flesta olyckor med farligt gods inblandat är i grunden trafikolyckor och åtgärder för att förbättra trafiksäkerheten medverkar därför till att också minska risken för en olycka med farligt gods. De huvudsakliga riskkällorna vid transport av farligt gods utgörs av dem som kan leda till en eller flera av följande tre konsekvenser; brand, explosion och utsläpp av giftiga och frätande kemikalier.

Farligt gods utgörs av flera olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. Vid ett utsläpp kommer olika typer av konsekvenser inträffa beroende av ämnets egenskaper. Principiellt kan en indelning ske i massexplosiva ämnen, giftiga kondenserade gaser, brandfarliga kondenserade gaser, giftiga vätskor, brandfarliga vätskor och frätande vätskor.

Massexplosiva ämnen kan detonera vid olyckor och transport. Skadeverkan är en blandning av strålnings- och tryckskador. Tryckkondenserade gaser är lagrade under tryck i vätskeform. Vid utströmning kommer en del av vätskan att förångas och övergå i gasform. Utströmningen ger upphov till ett gasmoln som driver i väg med vinden. Vätskor som strömmar ut breder ut sig på marken och bildar vätskepooler. Beroende av vätskans flyktighet kommer avdunstningen att gå olika fort. Brand och explosion kan uppstå sekundärt efter ett utsläpp av brandfarlig gas eller vätska. Om direkt antändning sker vid utsläppskällan uppstår en jetflamma. Antänds en vätskepool uppstår en poolbrand. Vid utströmning av brandfarlig gas används ofta termerna UVCE⁸ och BLEVE⁹.

⁷ Notera att det är förskolan som ger klassificeringen "känslig" bebyggelse. Övrig användning tillhör kategorin "normalkänslig" bebyggelse.

⁸ Unconfined Vapour Cloud Explosion.

⁹ Boiling Liquid Expanding Vapour Cloud Explosion.

UVCE inträffar om ett gasmoln antänds på ett längre avstånd från utsläppskällan och BLEVE är ett resultat av att en pga. värmepåverkan kokande vätska (tryckkondenserad gas) släpps ut momentant från en bristande tank och exploderar med stor kraft.

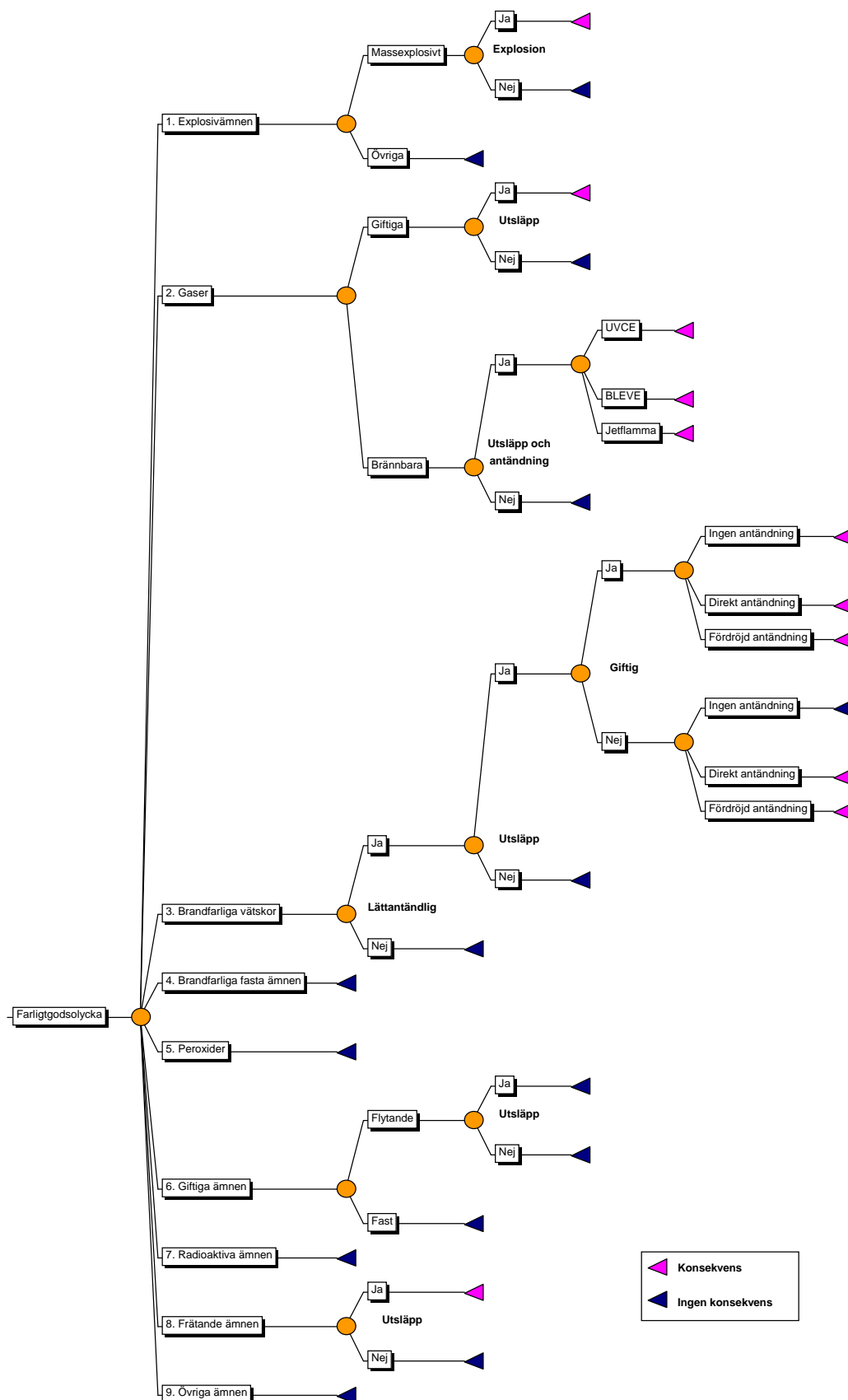
Ovanstående konsekvenser kan härledas till farligt gods i ADR/RID-klass 1, 2, 3, 6 och 8. Brandfarliga fasta ämnen och självantändande ämnen i ADR/RID-klass 4, oxiderande ämnen och organiska peroxider i ADR/RID-klass 5, radioaktiva ämnen i ADR/RID-klass 7 och övriga ämnen i klass 9 utgör normalt ingen fara för omgivningen då konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet. Det finns naturligtvis undantag, t.ex. kan oxiderande organiska peroxider (klass 5) som blandas med diesel orsaka explosioner.

3.2 Val av olycksscenarier

Vid transport av farligt gods utgör nedanstående olycksförlopp troliga olycksscenarier:

- ♦ Detonation av massexplosiva ämnen som ger tryckverkan och brännskador.
- ♦ Utsläpp och antändning av kondenserad brännbar gas som kan ge upphov till BLEVE, gasmolnexplosion, gasmolnsbrand och jetflamma, vilket leder till brännskador och i vissa fall även tryckpåverkan.
- ♦ Utsläpp av kondenserad giftig gas som ger förgiftning vid inandning.
- ♦ Utsläpp och antändning av mycket brandfarliga vätskor vilka ger pölbrand med efterföljande brännskador.
- ♦ Utsläpp av giftiga vätskor som ger förgiftning vid inandning när de driver iväg som gasmoln.
- ♦ Utsläpp av frätande vätskor, vilka ger frätskador vid hudkontakt.

I Figur 4 visas de scenarier som kan uppkomma vid olycka med fordon som medför farligt gods. I figuren markeras om scenariot leder till en konsekvens som kan påverka människors säkerhet eller om olyckan endast berör fordonets absoluta närområde.



Figur 4

Scenarier vid olycka med fordon som medför farligt gods. Med "konsekvens" avses skador utanför fordonet omedelbara närhet.

4 Konsekvenser av olyckor med farligt gods

I denna analys görs inga konsekvensberäkningar för de olyckor som redovisas i avsnitt 3.2. I stället används information om olika olyckors utbredning (konsekvens) som går att finna i Länsstyrelsens riktlinjer¹⁰, där beräkningarna har skett med omsorgsfullt valda indata och modeller. I detta avsnitt redovisas några betydelsefulla indata och resultat, vilka sedan används för att beräkna risknivåerna.

4.1 Modeller och indata

Konsekvensberäkningarna i Länsstyrelsens riktlinjer¹⁰ baseras på följande modeller:

- Skador vid explosion¹¹.
- Källstyrka vid utsläpp¹², förångning¹³ samt spridning i luft¹².
- BLEVE¹³, jetflamma¹³ samt pölbrand¹³.

Indata till beräkningarna kommer från karakteristiska värden på transportmängder och utsläppsstorlekar, vilka alla hämtas från Länsstyrelsens riktlinjer¹⁰.

4.2 Skadekriterier

Risikanalysen berör skador på människor och de skadekriterier för exponering av giftiga gaser, värmestrålning och tryck som Länsstyrelsens riktlinjer¹⁰ använder redovisas i Tabell 2 nedan. Skadekriterierna representerar LC₅₀-värden, dvs. den exponering där 50 % av en population förväntas omkomma.

Tabell 2 Skadekriterier för giftiga gaser, värmestrålning¹⁴ och tryck.

Skadeverkan	Kritisk påverkan
Explosion – tryck ¹¹	260 kPa
Explosion – värmestrålning ¹⁵	43 kW/m ²
Värmestrålning – BLEVE ¹⁵	31 kW/m ²

¹⁰ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Rapport "Skåne i utveckling", 2007:06.

¹¹ HMSO, Major hazard aspects of the transport of dangerous substances – report and appendices, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.

¹² Fischer, S. m.fl., Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.

¹³ Andersson, B., Introduktion till konsekvensberäkningar, några förenklade typfall, Institutionen för Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1992.

¹⁴ Strålningsnivåerna gäller oskyddad hud och någon skyddseffekt av kläder har inte tagits hänsyn till vid beräkning av skadekriterierna.

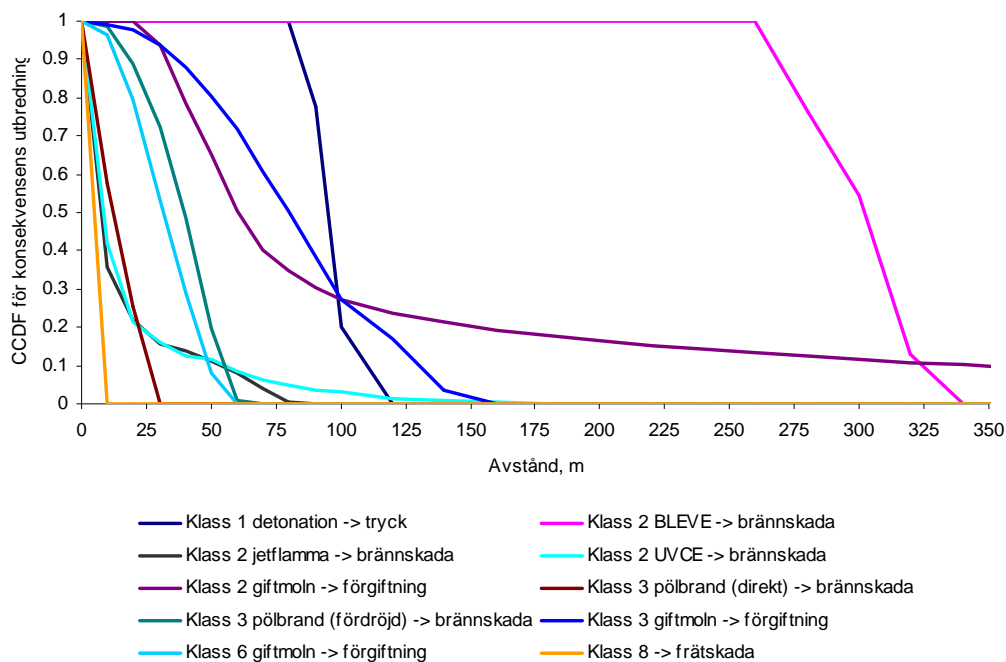
¹⁵ Eldklotets varaktighet för explosion är c:a 7 s och för BLEVE c:a 11 s. För värmestrålning från pölbränder gäller en exponeringstid på 30 s. Beräkningar av kritisk strålning sker enligt metodik redovisas i "CPR 16E, Methods for the determination of possible damage. Committee for the prevention of disasters, The Netherlands, 1992".

Tabell 2 Skadekriterier för giftiga gaser, värmestrålning och tryck. (forts.)

Skadeverkan	Kritisk påverkan
Värmestrålning – brandfarliga varor ¹⁶	14 kW/m ²
Toxicitet – giftig gas ¹⁷	2 200 mg/m ³
Toxicitet – giftig vätska ¹⁸	4 900 mg/m ³

4.3 Konsekvenser

Konsekvensen definieras, i enlighet med CPQRA¹⁹, som det område inom vilket exponeringen överskrider gränsvärde för 50 % dödlighet (LC₅₀). Då flertalet av variablerna beskrivs med sannolikhetsfördelningar i stället för punktvärden, utgör också resultatet statistiska fördelningar, vilka hämtas från Länsstyrelsens riktlinjer²⁰ och redovisas i Figur 5.


Figur 5 Konsekvensområde vid olycka med farligt gods.

¹⁶ Eldklotets varaktighet för explosion är c:a 7 s och för BLEVE c:a 11 s. För värmestrålning från pölbränder gäller en exponeringstid på 30 s. Beräkningar av kritisk strålning sker enligt metodik redovisas i "CPR 16E, *Methods for the determination of possible damage*. Committee for the prevention of disasters, The Netherlands, 1992".

¹⁷ Giftig tryckkondenserad gas representeras av svaveldioxid med 30 min exponering.

¹⁸ Giftig vätska representeras av propylenoxid med 30 min exponering.

¹⁹ CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.

²⁰ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, Rapport "Skåne i utveckling", 2007:06.

Informationen i Figur 5 kan översättas till ett medelvärde för olyckan samt med ett konfidensintervall, inom vilket det är 90 % säkerhet att konsekvens inträffar. I Tabell 3 redovisas dessa värden.

Tabell 3 Medelvärde, samt ett 90 % konfidensintervall för olyckans utbredning.

Scenario	Riskområde i meter		
	5 %	50 %	95 %
Klass 1 detonation -> tryck	90	100	110
Klass 2 BLEVE -> brännskada	260	300	330
Klass 2 jetflamma -> brännskada	1	15	60
Klass 2 UVCE -> brännskada	1	20	80
Klass 2 giftmoln -> förgiftning	30	140	600
Klass 3 pölbrand (direkt) -> brännskada	1	10	30
Klass 3 pölbrand (fördröjd) -> brännskada	10	40	50
Klass 3 giftmoln -> förgiftning	30	80	140
Klass 6 giftmoln -> förgiftning	10	30	50
Klass 8 -> frätskada	1	5	10

För att beräkna det aktuella riskavståndet för respektive olycka dras värden från den kumulativa fördelningen i Figur 5. Syftet med Tabell 3 är endast att beskriva spridningen i konsekvensens utbredning på ett tydligare sätt. Störst avvikelser från medelvärdet (50 %) har konsekvenserna av giftmoln. Detta beror på att koncentrationen i en given punkt kan variera mycket beroende på källstyrka, vindhastighet, topografi och atmosfärförhållanden.

5 Frekvenser för olycka med farligt gods

5.1 Scenarier

5.1.1 Sannolikheter

I avsnitt 2.2.2 redovisas uppdelningen mellan olika ADR-klasser. Utöver denna information krävs kännedom om "underklasser", sannolikhet för utsläpp och vilken typ av olycka som inträffar.

Explosivämnen (ADR-klass 1)

Explosivämnen kan detonera pga. stötar i samband med olycka, vid värmepåverkan i samband med fordonsbrand eller pga. felaktiga förpackningar.

- ♦ Andel massexplosiva varor är 100 %²¹.

Gaser (ADR-klass 2)

Gaser delas in i tre huvudgrupper – de som är brännbara, de som är giftiga och de som inte utgör någon fara för omgivningen. För brännbara gaser gäller att ha kännedom om vilka olyckor som inträffar.

- ♦ Andelen giftiga gaser är 15 %. Sannolikheten för utsläpp är 1/30 av relevant "index för farligtgodsolycka" enligt VTI²².
- ♦ Andelen brännbara gaser är 10 %. Sannolikheten för utsläpp är 1/30 av relevant "index för farligtgodsolycka". Om utsläpp sker kan följande inträffa^{23,24}:
 - Ingen antändning, 30 %
 - UVCE, 50 %
 - BLEVE, 1 %
 - Jetflamma, 19 %
- ♦ Resterande andel utgörs av gaser som inte anses farliga, t.ex. kvävgas samt olika inerta gaser.

Brandfarliga vätskor (ADR-klass 3)

Av godset i klass 3 är 75 % att beakta som brandfarligt, vilket innebär att vätskan kan användas under normala temperaturer. Diesel är ett exempel på en brännbar, men ej brandfarlig vätska. Beroende av om och när antändning sker samt om vätska är giftig eller inte, sker olika olyckstyper.

²¹ Statistiken är bristfällig för vägtransport andelen massexplosiva varor i ADR1 och antaget värde är ytterst konservativt.

²² Väg- och Trafikforskningsinstitutet, *Vägtransporter med farligt gods – Farligt gods i vägtrafikolyckor*, rapport nr 387:3, 1994.

²³ Purdy, G., *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Journal of Hazardous Materials, 33, pp 229-259, 1993

²⁴ CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.

- ♦ Andelen brandfarliga produkter utan giftiga egenskaper är 50 %. Läckage vid olycka sker med relevant "index för farligtgoodsolycka". Följande olyckor beaktas^{25,26}:
 - Ingen antändning, 94 %
 - Fördröjd antändning, 3 % och omedelbar antändning, 3 %
- ♦ Andelen brandfarliga produkter med giftiga egenskaper är 25 %. Läckage vid olycka sker med relevant "index för farligtgoodsolycka". Följande olyckor beaktas^{25,26}:
 - Ingen antändning med resulterande giftmoln, 94 %
 - Fördröjd antändning, 3 % och omedelbar antändning, 3 %

Giftiga ämnen (ADR-klass 6)

Giftiga ämnen i klass 6 transporteras antingen i flytande eller fast form. Ämnen i fast form utgör normalt ingen akut påverkan på omgivningen.

- ♦ Andelen flytande giftiga ämnen är 10 % och sannolikheten för läckage vid olycka bestäms av relevant "index för farligtgoodsolycka".

Frätande ämnen (ADR-klass 8)

Samtliga läckage av ämnen i klass 8 kan orsaka skada på omgivningen.

- ♦ Sannolikheten för läckage vid olycka med frätande ämnen bestäms av relevant "index för farligtgoodsolycka".

5.2 Olycksriktning

Med "olycksriktning" menas att hänsyn måste tas i vilken riktning som olyckan breder ut sig. Flertalet av scenarierna som kan inträffa är beroende av omgivningsförhållanden som vindriktning, men även olycksförloppets karakteristiska gör att den inte har en cirkulär påverkan. I Tabell 4 redovisas vilken reduktion som måste göras i samband med beräkning av risk.

²⁵ Purdy, G., *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Journal of Hazardous Materials, 33, pp 229-259, 1993

²⁶ CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.

Tabell 4 **Korrektion för olyckans riktning.**

Scenario	Beskrivning	Korrigering ²⁷
Giftmoln	Utbredning i vindriktningen (15°)	$15^\circ/360^\circ = 0,04$
BLEVE	Cirkulär utbredning	1,0
UVCE	Utbredning i vindriktningen (15°)	$15^\circ/360^\circ = 0,04$
Jetflamma	Riktning upp, höger eller vänster	$2/3 = 0,67$
Pölbrand	Cirkulär utbredning	1,0
Frätande ämne	Riktning upp, höger eller vänster	$2/3 = 0,67$

5.3 Trafikolyckor på Rv13

Alla olyckor med transport av farligt gods är i grunden trafikolyckor vid vilka tankens skadas och utsläpp sker. Beräkning av olycksfrekvenser kan göras med en modell som bygger på kännedom om:

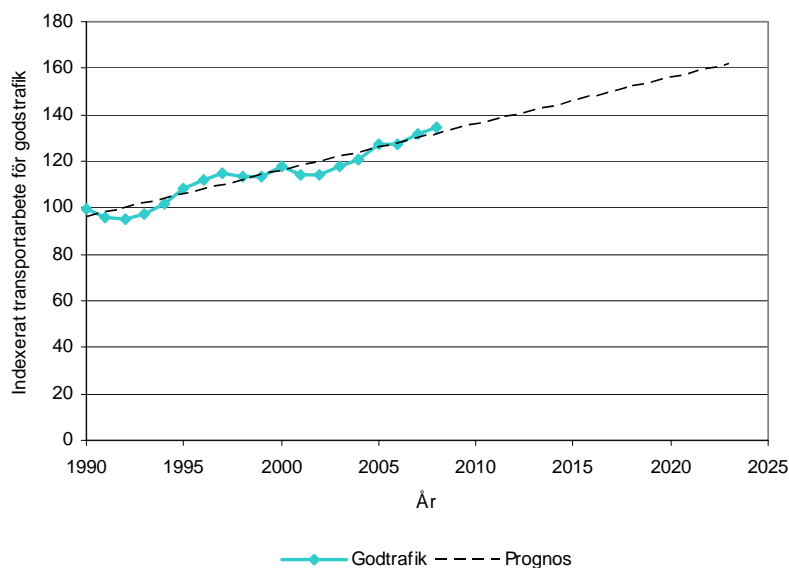
1. Antal olyckor på vägen.
2. Vägens trafikbelastning (ÅDT).
3. Andel av trafiken skyltad med farligt gods.
4. Index för farligtgoodsolycka, vilket anger sannolikheten för utsläpp av farligt gods, givet att en trafikolycka inträffar.

5.3.1 Robusthet

Det är viktigt att resultatet av riskanalysen är robust för framtida förändringar, framförallt i antalet fordon som medför farligt gods. Robusthet ska beaktas så att rekommendationerna i riskanalysen inte ändras utifrån förväntade ändringar i de förutsättningar som de bygger på. Figur 6 visar en prognos på framtida godstrafikarbete baserad på statistik från SIKA²⁸.

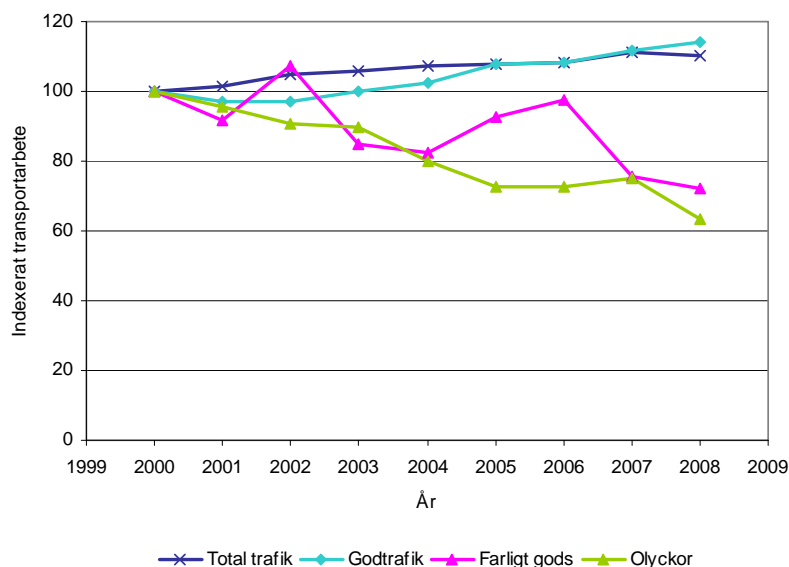
²⁷ Vid beräkning av individrisk.

²⁸ Statens institut för kommunikationsanalys. Rapporter om "Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar" för åren 2000-2008 med rapportnummer SSM 01:16, SSM 005:0204, SSM 005:0304, SSM 005:0404, SSM 005:0504, 2006:23, 2007:12, 2008:13, 2009:12.



Figur 6 Prognos över godstrafikutveckling på väg tom år 2025 (gäller vägtransport).

Kring år 2025 är det rimligt att förvänta sig en ökning av godstrafikarbetet med i storleksordningen 25 % i förhållande till dagens nivå. I Figur 7 visas utvecklingen av det totala trafikarbetet och godstrafiken i relation till transport med farligt gods²⁹. Figur 7 visar också en trend över antalet olyckor (normerat efter antalet fordon).



Figur 7 Relation mellan totalt trafikarbete, godstrafiken, trafik med farligt gods och antalet trafikolyckor (gäller vägtransport).

²⁹ Statens institut för kommunikationsanalys. Rapporter om "Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar" för åren 2000-2008 med rapportnummer SSM 01:16, SSM 005:0204, SSM 005:0304, SSM 005:0404, SSM 005:0504, 2006:23, 2007:12, 2008:13, 2009:12.

Det finns ett starkt samband mellan det totala trafikarbetet och godstrafiken, medan sambandet mellan dessa två och transportererna med farligt gods inte är lika starkt. Under senare år har dock utvecklingen haft en motsatt trend, vilket indikerar att det eventuellt sker en övergång från vägtransport till järnvägstransport³⁰. Vidare visar Figur 7 hur antalet olyckor (normerat till antalet fordon i Sverige) minskar med åren. Det finns således ingen anledning att anta att olyckkvoterna kommer att ändras till det sämre. I analysen antas att andelen farligt gods är densamma och att trafikökningen till år 2025 är 25 %.

5.3.2 Olyckskvot

Vägverkets databas över trafikolyckor (STRADA) redovisar inte ett tillräckligt stort antal trafikolyckor för de senaste åren för att kunna användas i bedömning av olyckskvoten. Därför har olyckskvoten hämtats från Vägverkets effektkatalog³¹:

- ♦ För väg 70 km/h med en bredd på c:a 13 m är olyckskvoten 0,32 per miljon fordonskilometer.

5.3.3 Index för farliggodsoolycka

VTI³² anger ett index för farliggodsoolycka, vilket ska tolkas som sannolikheten för utsläpp av farligt gods, givet att en trafikolycka inträffar. Indexet är beroende av hastigheten med vilken olyckan inträffar, se Tabell 5.

Tabell 5 Index för farliggodsoolycka

Hastighetsbegränsning	Index för farliggodsoolycka
70 km/h	0,15

5.3.4 Andel singelolyckor

Andel singelolyckor varierar precis som index för farliggodsoolycka med hastigheten och vägtypen. Andelen singelolyckor behövs för att beräkna antalet olyckor som förväntas, och andelarna redovisas i Tabell 6³².

Tabell 6 Andel singelolyckor.

Väg	Andel singelolyckor
70 km/h	0,30

³⁰ Flera projekt runt om i landet har bidragit till att minska volymerna av farligt gods på vägarna. Under 2006 invigdes till exempel en transportled per järnväg mellan Gävle och Märsta med pipeline till Arlanda.

³¹ I Vägverket publikationsserie "Effektsamband 2000" redovisas modeller för att skatta olyckor på vägar och i korsningar. Angivna olyckskvoter gäller för gatutyp "Tang", vilket innebär en trafikled som förbinder tätortsområden utan att passera centrum samt miljö "M" vilket innebär mellanområde med bredare gaturum, bebyggelse > 2m från körbana, enstaka lokala gatuanslutningar och ej parkering.

³² Väg- och Trafikforskningsinstitutet, *Vägtransporter med farligt gods – Farligt gods i vägtrafikolyckor*, rapport nr 387:3, 1994.

5.3.5 Olycksfrekvenser

När olycksfrekvensen ska beräknas krävs kännedom om olyckskvoten, trafikarbetet och andelen singelolyckor. Modellen som beräknar antalet olyckor utgår från att alla olyckor är singelolyckor. Därför är det nödvändigt att kompensera för att fler än en bil kan vara inblandad i en trafikolycka. Detta kan lämpligen göras med en korrigeringsfaktor redovisad i Tabell 7 och beräknad enligt nedanstående modell³³:

$$K_s = Y + 2 \cdot (1 - Y)$$

Tabell 7 Andel singelolyckor och andel farligt gods.

Andel singelolyckor, Y	Korrigeringsfaktor, K_s
0,30	1,70

Antalet förväntade olyckor med fordon som medför farligt gods per år, N , beräknas enligt nedanstående uttryck.

$$N = O_k \cdot T_{fago,robust} \cdot K_s$$

där:

O_k = Olyckskvoten.

$T_{fago,robust}$ = Trafikarbete med fordon som medför farligt gods, miljoner fordonskilometer, uppräknat med 25 % för att ge ett robust värde.

K_s = Korrigeringsfaktor för olyckor med fler än ett fordon inblandade,

Förväntat antal olyckor beräknas enligt nedan:

- ♦ Olyckskvoten på vägdelen är 0,336.
- ♦ Trafikarbetet vilket beräknas enligt nedan:
 - Karakteristisk väglängd³⁴ för olyckor är 0,3 km.
 - Antalet fordon som medför farligt gods per år är 780 per år, vilket räknas upp med 25 % till 975 per år.
 - Trafikarbetet blir 975 (fordon) \times 0,3 (km) \times 10^{-6} = 0,00029 miljoner fordonskilometer.
- ♦ Andelen singelolyckor för väg 70 km/h är 0,30, vilket ger $K_s = 1,70$.
- ♦ Antal olyckor i anslutning till planområdet på väg 70 km/h, med fordon som medför farligt gods blir: $0,336 \times 0,00029 \times 1,70 = 0,00017$ per år.

Beräkningarna ovan ger således en årlig olycksfrekvens för fordon med farligt gods på 0,00017 motsvarande c:a 1 olycka per 6 000:e år.

³³ Väg- och Trafikforskningsinstitutet, *Vägtransporter med farligt gods – Farligt gods i vägtrafikolyckor*, rapport nr 387:3, 1994.

³⁴ Den karakteristiska väglängden väljs utifrån ett rimligt värde på största troliga konsekvens vid olyckor med farligt gods, se avsnitt 4.3.

6 Risknivå

I detta kapitel redovisas hur risknivåerna beräknas. Vanligtvis redovisas både individ- och samhällsrisk, men utifrån det resonemang som redovisas i avsnitt 2.3 är det endast nödvändigt att redovisa individrisken.

6.1 Modell för beräkning av risk

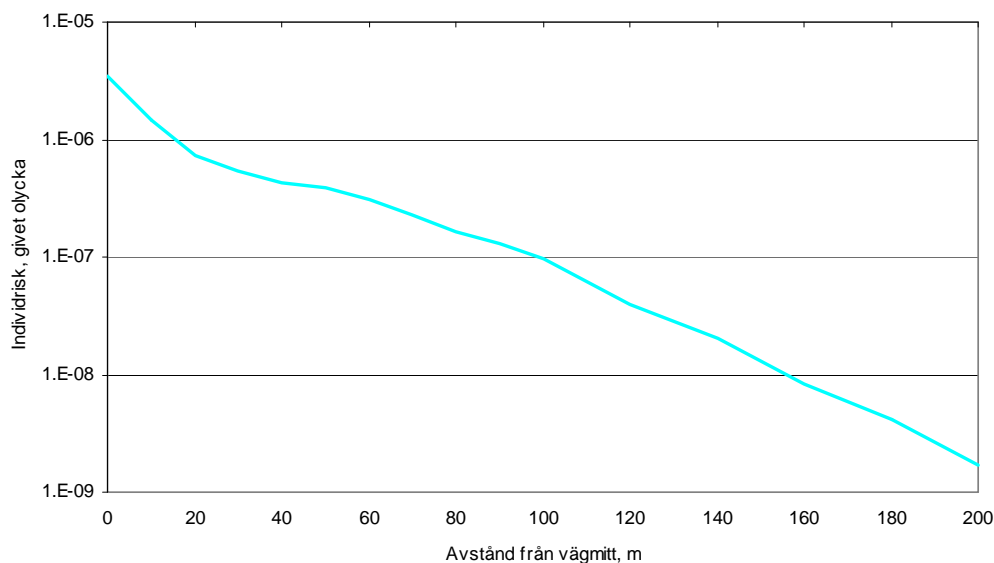
Nedan följer ett exempel på den modell som används för att sammanfoga frekvenser, sannolikheter och konsekvenser till ett mått på individrisken. Riskberäkningarna görs med simuleringar med riskanalysverktyget @RISK³⁵.

När det gäller individrisken (givet att olycka inträffar) kan den tas fram utan vidare beräkning genom att kombinera informationen i kapitel 4 och kapitel 5, enligt exemplet för giftig gas (ADR-klass 2) nedan.

1. Sannolikheten för utsläpp med fordon som medför brännbar gas i ADR-klass 2 beräknas utifrån följande indata:
 - a. Andelen ADR-klass 2 är 8,9 % varav 10 % av denna andel medför giftiga gaser.
 - b. Sannolikheten för läckage är 0,5 % (1/30 av index för farligtgodsolycka).
 - c. Riktningsskorrigering ska ske med $15/360 = 0,04$.

$$P_{\text{klass2brännbar|olycka}} = P_{\text{klass2brännbar}} \cdot P_{\text{läckage}} \cdot K_{\text{riktning}} = (8,9\% \cdot 10\%) \cdot 0,5\% \cdot 15/360 = 3,4 \cdot 10^{-6}$$

2. Sannolikheten för utsläpp som medför farligt gods i ADR-klass 2 ska multipliceras sedan med den kumulativa fördelningen för konsekvensområdet vid utsläpp av brännbar gas. Därefter kan risknivån som en funktion av avståndet tas fram, se Figur 8.



Figur 8 Individrisk för transport av brännbara gaser i ADR-klass 2, givet att olycka sker.

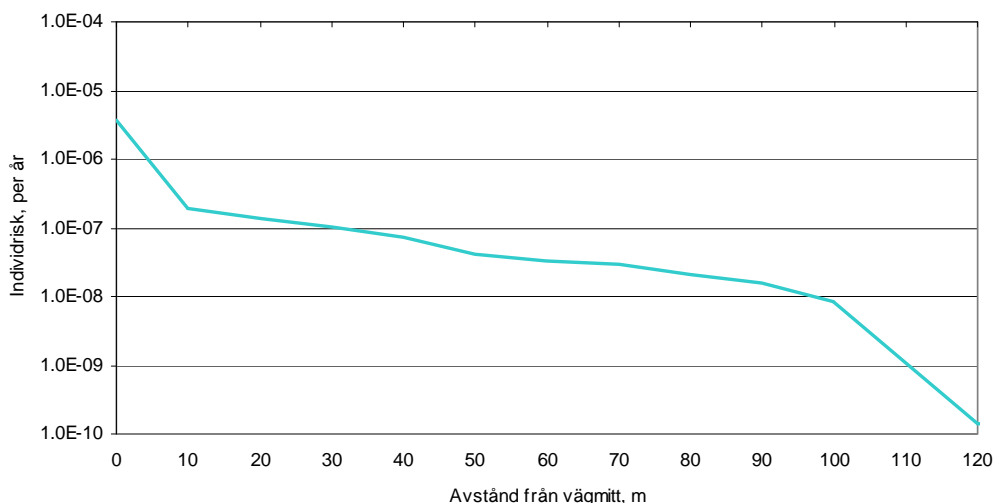
³⁵ @RISK, Palisade Corp., 2000

3. Beräkningarna upprepas för samtliga scenarier och risknivån tas fram genom att summera deras respektive individrisker.
4. Slutligen multipliceras den summerade individrisken med den årliga frekvensen för olycka som beräknats i avsnitt 5.3.5.

Notera att Figur 8 endast representerar ett scenario. För att få en komplett bild av risken upprepas beräkningarna som beskrivs ovan för samtliga scenarier angivna i avsnitt 3.2. När denna process är slutförd kan individrisken visas som en funktion av avståndet från vägen, se Figur 9.

6.2 Resultat

Med information om frekvens för olycka i avsnitt 5.3.5, index för farligt godsolycka i avsnitt 5.3.3 samt konsekvenser vid olyckor med farligt gods i avsnitt 4.3 kan individrisken som en funktion av avstånd från vägmitt redovisas i Figur 9.



Figur 9 Individrisk som en funktion av avståndet från Rv 13 via Röstånga.

7 Slutsatser

I avsnitt 2.3 anges hur risker ska värderas och i kapitel 6 beräknas risknivån utmed Rv 13. Känslig bebyggelse kan placeras där individrisknivån understiger 10^{-7} . Enligt Figur 9 är risknivån lägre än så på ett avstånd av 30 m från vägmitt.

Avståndet från vägmitt till område inom detaljplanen där andra byggnader än uthus tillåts är c:a 25-30 m, vilket kan beaktas som tillräckligt långt för att inga ytterligare riskreducerande åtgärder ska krävas. Denna bedömning bygger framförallt på att planområdet befinner sig högre upp än vägen, vilket gör att farligt gods i vätskeform inte kommer så nära området som modellen antar. Utsläpp av brandfarliga vätskor har ett konsekvensområde på c:a 15 m från den plats där vätskan kvarstannar. Inom detta område tillåts ingen annan bebyggelse än uthus.

Ytterligare ett argument är att antalet fordon med farligt gods överskattas, dels pga. uppräknningen med 25 % för framtida trafikökning och dels då antal fordon bygger på maximala värden i det tillgängliga underlaget.