



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Riskbedömning för Detaljplan

Transport av farligt gods på väg

Majvik, Göteborg

2013-04-23

Uppdragsgivare

Göteborgs Stad
Stadsbyggnadskontoret

WSP kontaktperson

Marcus Knutsmark
WSP Sverige AB
Box 13033
40251 Göteborg

Tel: +46 10 722 50 00
Fax: +46 10 722 74 20

www.wspgroup.se

Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning				
Datum	2013-04-23			
Handläggare	Marcus Knutsmark			
Signatur				
Granskare	Johan Lundin			
Signatur				
Godkänd av	Fredrik Larsson			
Signatur				
Projektnummer	1018 0439			
Rapportnummer				
Filnamn				

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram en ny detaljplan för bostäder vid Majvik, Göteborgs kommun, där planområdet är beläget cirka 20 km väster om Göteborgs centrum. Detaljplanen syftar till att möjliggöra cirka 20-25 bostäder, radhus och villor. Omgivningen runt planområdet består av villabebyggelse samt väg 155 (primär transportled för farligt gods) norr om området. WSP har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, att upprätta en riskbedömning för detaljplan med hänsyn till transport av farligt gods på väg.

Syftet med riskbedömningen är att uppfylla länsstyrelsens och den fördjupade översiktsplanens (FÖP) krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led. Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

Både individrisk och samhällsrisk har använts vid uppskattning av risknivån i rapporten. Därmed beaktas risknivån för den enskilde individen samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

De risker som har identifierats för planområdet är förknippade med farligt gods-trafiken på väg 155. Inga andra riskkällor har identifierats. Utifrån statistik över transporterade mängder bedöms farligt gods-kategorierna för ADR-S klass 1, 2 och 3 vara relevanta för riskbedömningen. För fördelningen av farligt gods har statistik för år 2009 används samt att en bedömning av framtida fördelning år 2030 har använts i beräkningarna. Individ- och samhällsrisk har beräknats från tillgängliga trafikprognoser för år 2020 som sedan har räknats upp för att gälla horisontåret 2030.

Vid beräkningarna av individ- och samhällsrisk har hänsyn tagits till den planerade breddningen av väg 155 vilket medför att vägen förflyttas närmre planområdet på vissa platser. Resultatet av riskberäkningarna visar att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas för det undersökta planområdet (cirka 20-25 bostäder belägna som närmst cirka 30 meter från väg 155) då både individrisken och samhällsrisk bedöms som acceptabel. FÖP:s föreslagna kriterier för bostäder underskrids där också DNV:s uppsatta kriterier underskrids för planområdet. Om bostäderna placeras närmre väg 155 krävs åtgärder för att individ- och samhällsrisknivån ska vara acceptabel. Inom ALARP-området (20-25 meter från väggkant) finns dock planer på att uppföra parkeringsplatser för planområdet vilket även bedöms vara acceptabelt då parkering inte utgör någon plats för stadigvarande vistelse. Vilka värderingskriterier och bedömningsgrunder som skall gälla för planen bör fastställas i samråd enligt miljöbedömningsprocessen.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte och mål	7
1.3	Avgränsningar	7
1.4	Styrande dokument.....	7
1.5	Underlagsmaterial.....	9
1.6	Internkontroll.....	9
2	Områdesbeskrivning	10
2.1	Planområdet	10
2.2	Infrastruktur	11
2.2.1	Väg 155	11
2.2.2	Färjetrafiken vid Lilla Varholmen	11
2.3	Omgivning	11
3	Omfattning av riskhantering och metod.....	12
3.1	Begrepp och definitioner.....	12
3.2	Metod för riskuppskattning.....	12
3.2.1	Individrisk.....	13
3.2.2	Samhällsrisk	13
3.3	Metod för riskvärdering	14
3.3.1	Riskkriterier, individ- och samhällsrisk	14
3.3.2	Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs föreslagna aversionskurvor.....	16
3.4	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder.....	17
4	Riskidentifiering.....	18
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor	18
4.2	Transportleder för farligt gods.....	18
4.2.1	Transport av farligt gods på väg 155	19
4.3	Sammanställning av olycksscenarier	19
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	20
5.1	Risknivå	20
5.1.1	Individrisknivå med avseende på väg 155.....	20
5.1.2	Samhällsrisknivå med avseende på väg 155.....	22
6	Riskreducerande åtgärder.....	23
7	Diskussion.....	24
8	Slutsatser	25
	Bilaga A. Statistiskt underlag	26
	A.1. Beräkning av olycksfrekvens	26
	A.2. Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna	26
	Bilaga B. Frekvensberäkningar	28
	B.1. ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål.....	28
	B.1.1 Transporterad mängd	28
	B.1.2 Händelsetråd med sannolikheter	28
	B.2. ADR-S Klass 2 – Gaser	30

B.2.1	ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser	30
B.2.2	Händelseträäd med sannolikheter	31
B.2.3	ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser	32
B.3.	ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor	32
B.3.1	Händelseträäd med sannolikheter	32
B.4.	Ackumulerad olyckspåverkan	34
Bilaga C.	Konsekvensberäkningar	35
C.1.	Persontäthet	35
C.2.	Antagande om olyckans placering	36
C.3.	ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen	36
C.4.	ADR-S klass 2 – Gaser	38
C.5.	ADR-S riskgrupp 2.1 – Brännbara gaser	38
C.6.	BLEVE	38
C.7.	Jetflamma	38
C.8.	Gasmolnsexplosion	39
C.9.	Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1	39
C.10.	ADR-S klass 3	39
C.11.	Sammanställning av riskbidrag från riskkällorna	40
Bilaga D.	Referenser	42

1 Inledning

WSP har av stadsbyggnadskontoret i Göteborg fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för bostäder vid Majvik i Göteborgs kommun. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för planområdet och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med detaljplanen, samt vid behov ge förslag på tillrädliga riskreducerande åtgärder. Det planerade området innebär en förtätning och utökning av bostäder i området. Personantalet bedöms öka med cirka 100 personer då 25 nya bostäder planeras.



Figur 1. Satellitbild över detaljområdet i Majvik, Göteborgs kommun (1).

1.1 Bakgrund

Ny detaljplan är under utveckling för Majvik, med syfte att möjliggöra bostäder inom planområdet.

Norr om planområdet löper väg 155, som är transportled för farligt gods (2). Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är cirka 30 meter. Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (3). Med anledning av länsstyrelsernas krav och den fysiska ramen enligt FÖP (Figur 3) upprättas denna riskbedömning.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla länsstyrelsens och den fördjupade översiktsplanens (FÖP) krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

1.3 Avgränsningar

I riskbedömningen av detaljplanen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på väg 155. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser eller buller har inte beaktats.

Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras.

1.4 Styrande dokument

Plan- och Bygglagen (2010:900) anger följande:

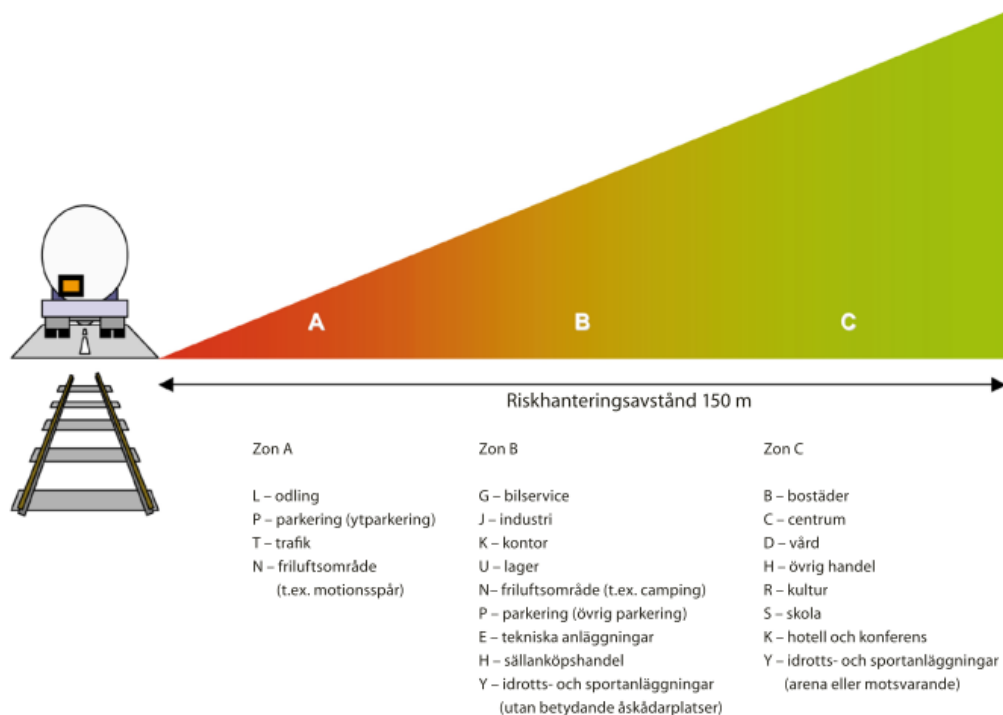
Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till:

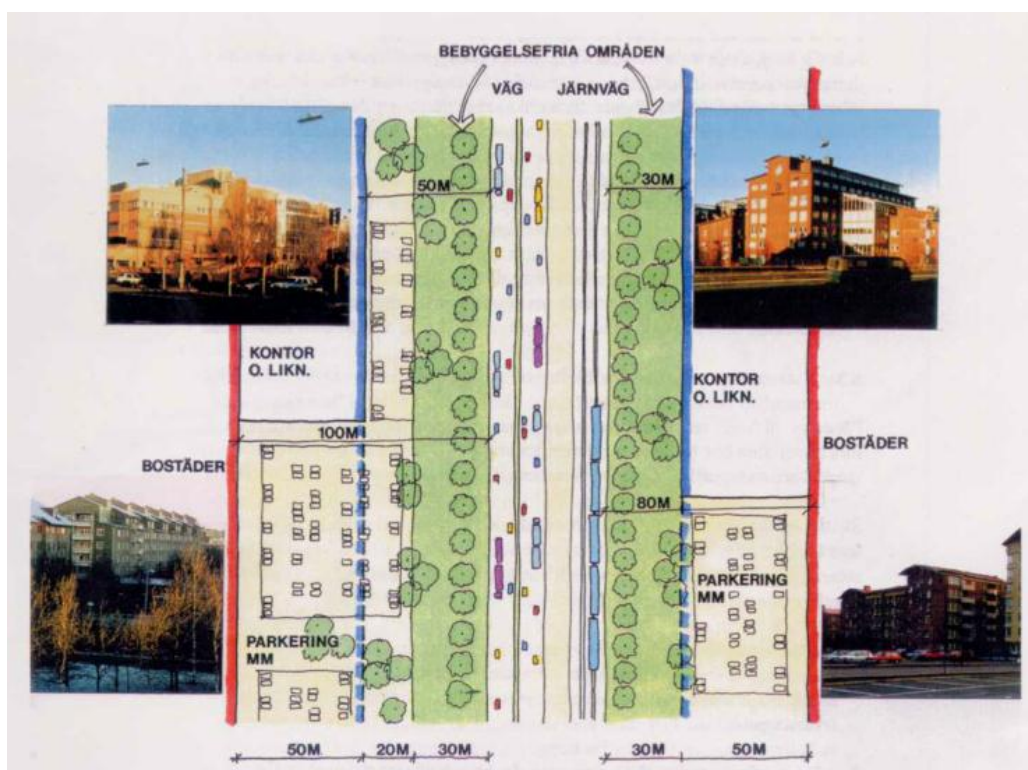
2. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (2 kap. 6§).

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen (3) anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 2 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



Figur 2. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (3).

I Översiktsplan för Göteborg (4) anges avstånd som ska beaktas vid utarbetande av nya detaljplaner, se Figur 3.



Figur 3. Fysisk ram kring transportleder för farligt gods invid förnyelseområden (4).

1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Tidigare genomförda utredningar: Förstudie om ökad framkomlighet för kollektivtrafiken på väg 155 på sträckan Lilla Varholmen-Gossbydal (5).
- Illustrationsritning (Detaljplan för X inom stadsdelen X i Göteborg) där det planerade planområdet har ritats in, odaterad ritning från Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad.
- Ritning: 400T0501, väg 155 område väst, Varholmen – Hällsviksvägen, 2013-04-02.
- Möte med stadsbyggnadskontoret 2013-04-03.

1.6 Internkontroll

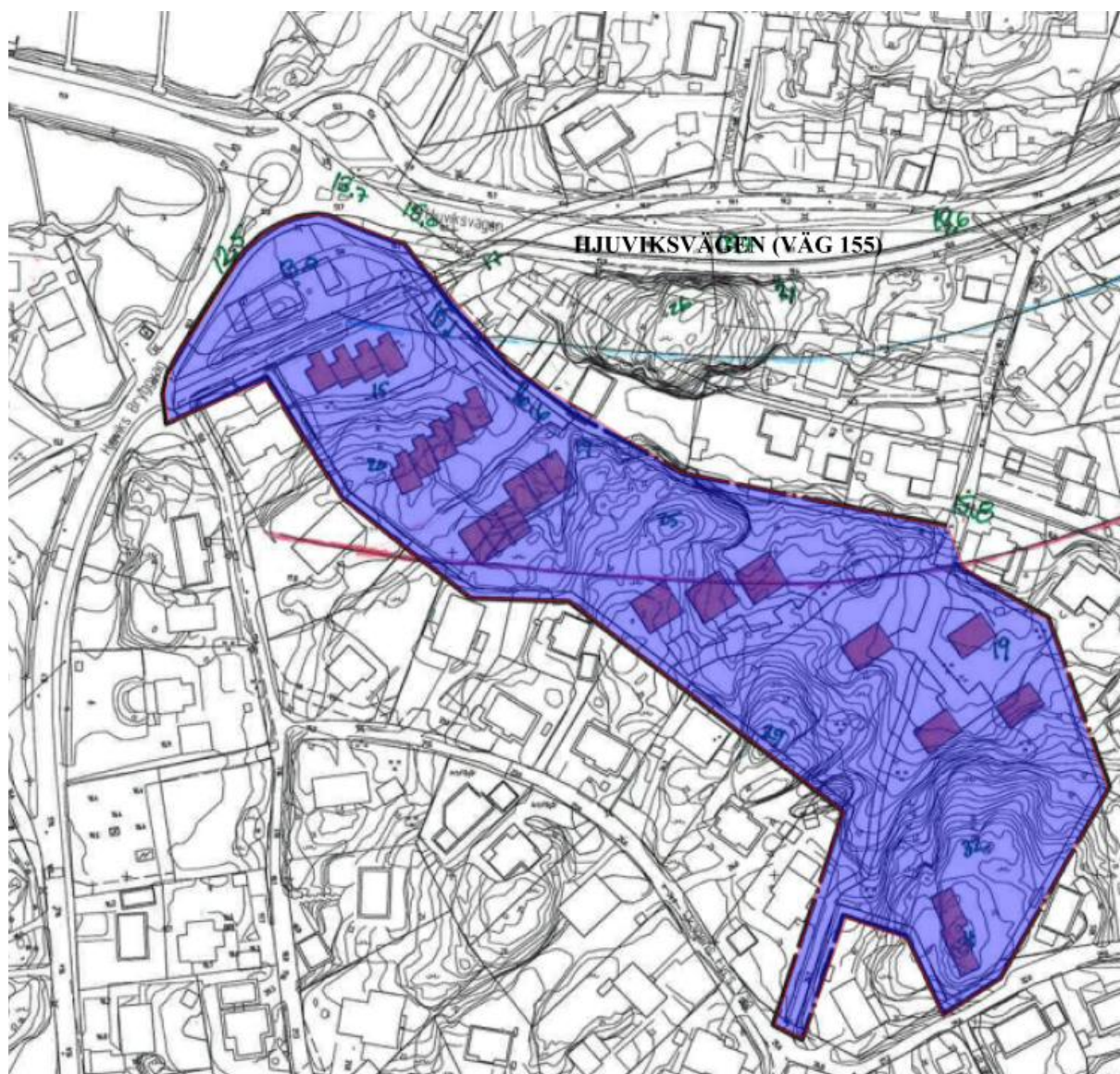
Rapporten är utförd av Marcus Knutsmark (Brand- och Riskhanteringskonsult) med Fredrik Larsson (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Johan Lundin (Teknologie doktor och Brandingenjör).

2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med dess omgivning.

2.1 Planområdet

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med att ta fram en ny detaljplan för bostäder vid Majvik innefattande bland annat fastigheten Hästevik 2:32 med flera, se Figur 4. Planområdet är beläget sydost om korsningen Hjuviksvägen/Hjuviks Bryggväg i stadsdelen Västra Hisingen cirka 20 km väster om Göteborgs centrum. Detaljplanen syftar till att möjliggöra cirka 20-25 bostäder, radhus och villor. I områdets nordvästra del planeras för parkeringsplatser/garage. Omgivningen runt det undersökta planområdet, Majvik, består av villabebyggelse samt väg 155 (primär transportled för farligt gods) i norr och Hjuviks bryggväg i väster. Några hundra meter från planområdet ligger färjeternarlen på lilla Varholmen där färjorna avgår till Hönö och Björkö.



Figur 4. Illustrationsritning över detaljplansområdet.

2.2 Infrastruktur

2.2.1 Väg 155

Väg 155 mellan Hönö i väster och Bräckemotet i öster är den gena förbindelsen mellan Öckerö kommun, Torslanda och centrala Göteborg. Den aktuella sträckan mellan Hjuviks bryggväg och Hällsviksvägen är den enda vägen till och från Öckerö kommun. På sträckan mellan Hönö Pinan och Lilla Varholmen utgörs leden av en färjeled, som är den mest trafikerade i landet. Väg 155 går genom bostads- och rekreativsområden i väster och verksamhetsområden i öster. Sträckan närmast Lilla Varholmen är smal och omges av fastigheter med bostadshus nära vägen (5).

Hjuviksvägen (Väg 155), Öckeröleden, är en primär länsväg där planområdet ligger inom 150 meter från vägen. På den aktuella sträckan, norr om området, är tillåten hastighet 50 km/h på sträckan Lilla Varholmen-Torslanda Hästeviks väg. Vägen är rekommenderad primärväg för farligt gods (5). Öckerö kommun vill inte begränsa framtida möjligheter att transportera alla typer av farligt gods på sträckan och i rapporten förutsätts vägen även i framtiden vara en primärled för farligt gods. Det pågår en vägutredning för väg 155 Öckeröleden mellan Hjuviks bryggväg och Hällsviksvägen där avsikten är att bredda vägen med kollektivtrafikskörfält samt att på den aktuella sträckan norr om planområdet sänka hastigheten till 40 km/h.

Under 2000-talet har det varit en årlig trafikökning på cirka 2 % på väg 155. Den tunga trafiken har ökat med cirka 4 % per år under samma period. Antal fordon per dygn år 2013 är 11 250 enligt uppmätta trafikmängder för år 2011 och med en antagen trafikökning på 2 % per år (6). ÅDT för horisontåret 2030 för vägsträckan har beräknats till cirka 13 000 fordon per dygn utifrån trafikprognoser från år 2020 (5). Enligt information från Trafikverkets statistik för farligt gods-transporter på färjorna mellan Lilla Varholmen och Hönö/Björkö (7) förekommer i genomsnitt 660 farligt gods-transporter per år. Vid horisontåret 2030 transporteras det cirka 1500 farligt gods-transporter på vägsträckan med en antagen trafikökning på 4 % per år.

2.2.2 Färjetrafiken vid Lilla Varholmen

Från färjeläget vid Lilla Varholmen avgår färjor mot Hönö och Björkö. Färjorna trafikerar i huvudsak av boende på dessa öar och under sommartid även av sommargäster. På dessa färjor förekommer att farligt gods transporteras. Trafikverket som driver färjorna för noggrann statistik över dessa transporter. Tack vare denna dokumentation finns ovanligt säkra uppgifter om transporterade ämnen och mängder för den primära transportleden för farligt gods, då inga ytterligare start- eller målpunkter för farligt gods längs denna del av väg 155 påträffats.

2.3 Omgivning

Ingen farlig verksamhet och/eller Sevesoverksamhet har identifierats i omgivningen till planområdet.

3 Omfattning av riskhantering och metod

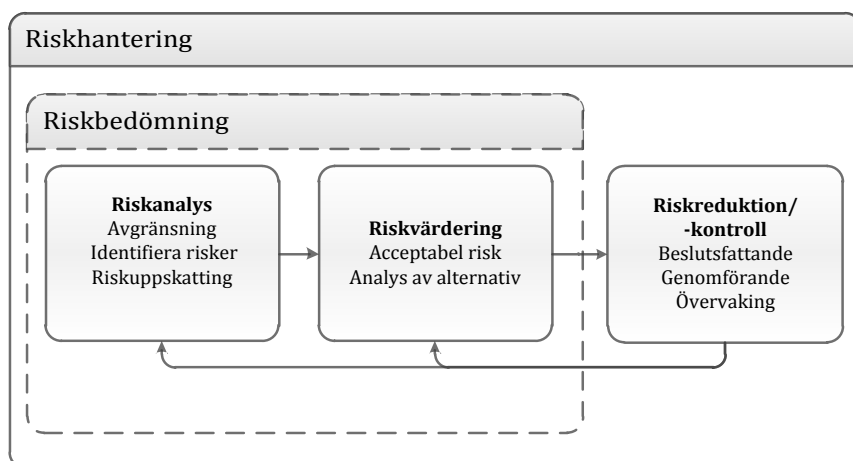
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

3.1 Begrepp och definitioner

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (8) (9), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 5. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

3.2 Metod för riskuppskattning

För uppskattning av risknivån har vardagsmedeldygnstrafik (VMD), som sedan har omvandlats till årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvagnsintervall använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport (10) beräknas frekvensen för att en

trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga A.

Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga B.

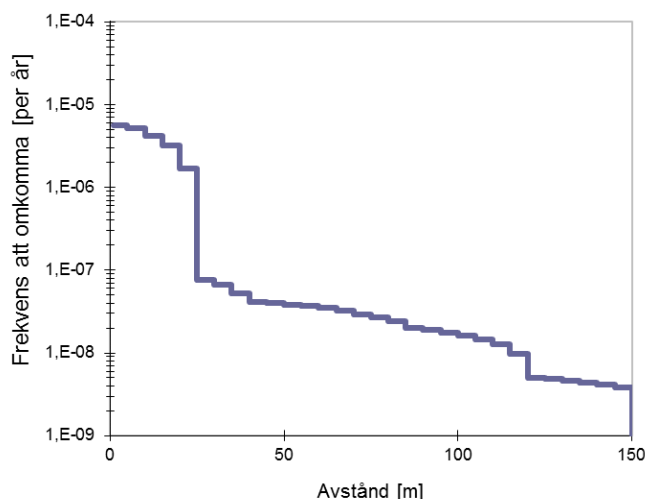
I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttan individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåttan, individrisk och samhällsrisk, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande (individperspektiv), samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas (samhällsperspektiv).

3.2.1 Individrisk

Individrisken är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus (11). Individrisken är platsspecifik och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmättet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 6.

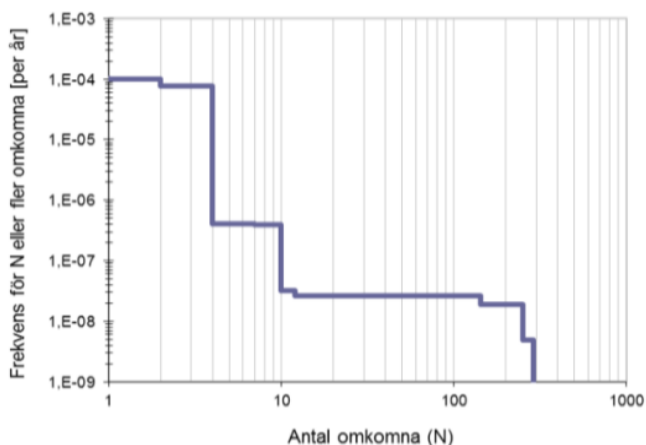


Figur 6. Exempel på individriskprofil.

3.2.2 Samhällsrisk

Riskmättet samhällsrisk beaktar även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsriskens redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 7, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



Figur 7. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

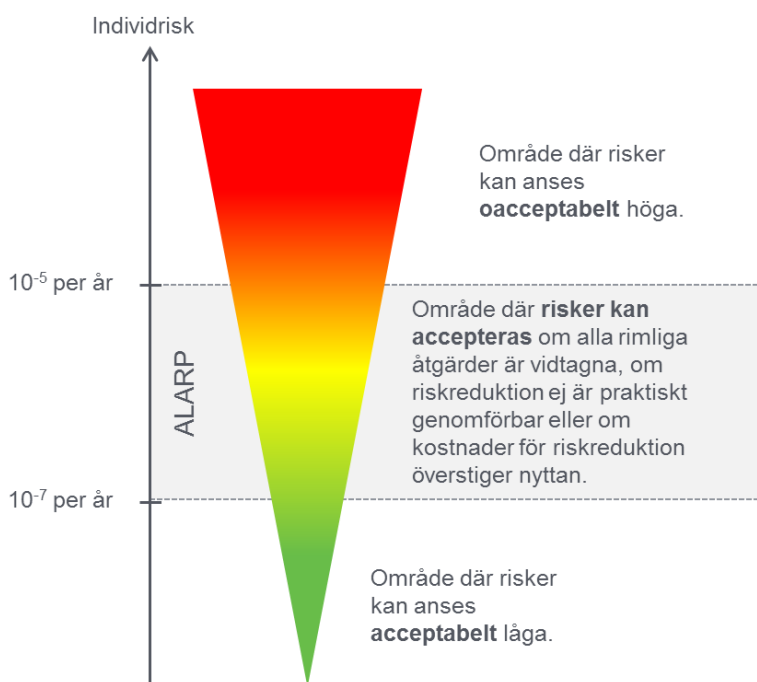
I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens. Eftersom axlarna i grafen är logaritmiska är det svårt att avgöra hur stor skillnaden mellan två (eller flera) givna kurvor är. Därför kan samhällsrisken även presenteras som ett förväntat antal omkomna per år. Detta tal kan ses som ett medelvärde av hur många som förväntas omkomma per år, och utgör ett mått på farligheten ur ett samhällsperspektiv.

3.3 Metod för riskvärdering

Både individrisk och samhällsrisk används vid uppskattning av risknivån i ett område, så att risknivån för den enskilde individen beaktas samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

3.3.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier (11) gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 8.



Figur 8. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas (11):

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.
- De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

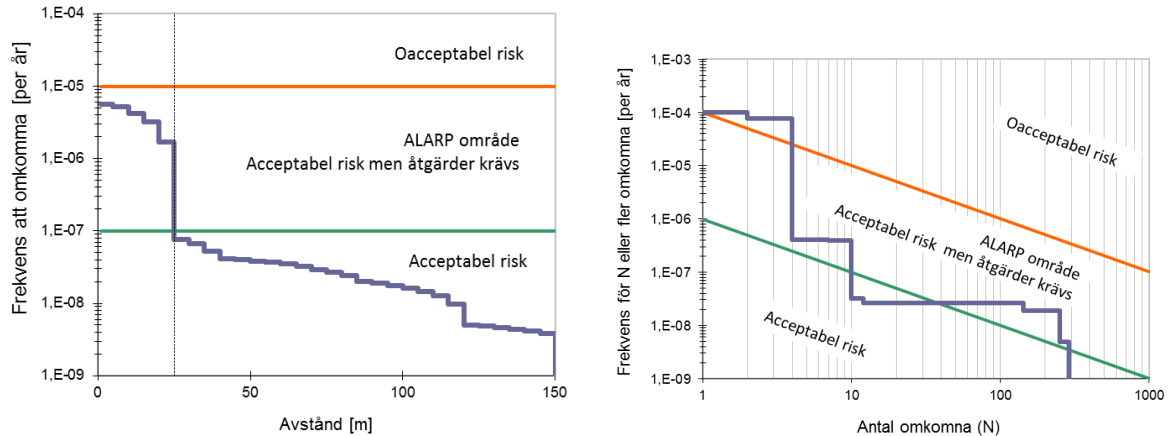
För individrisk föreslog DNV (11) följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: 10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslog DNV (11) följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön, se Figur 9.

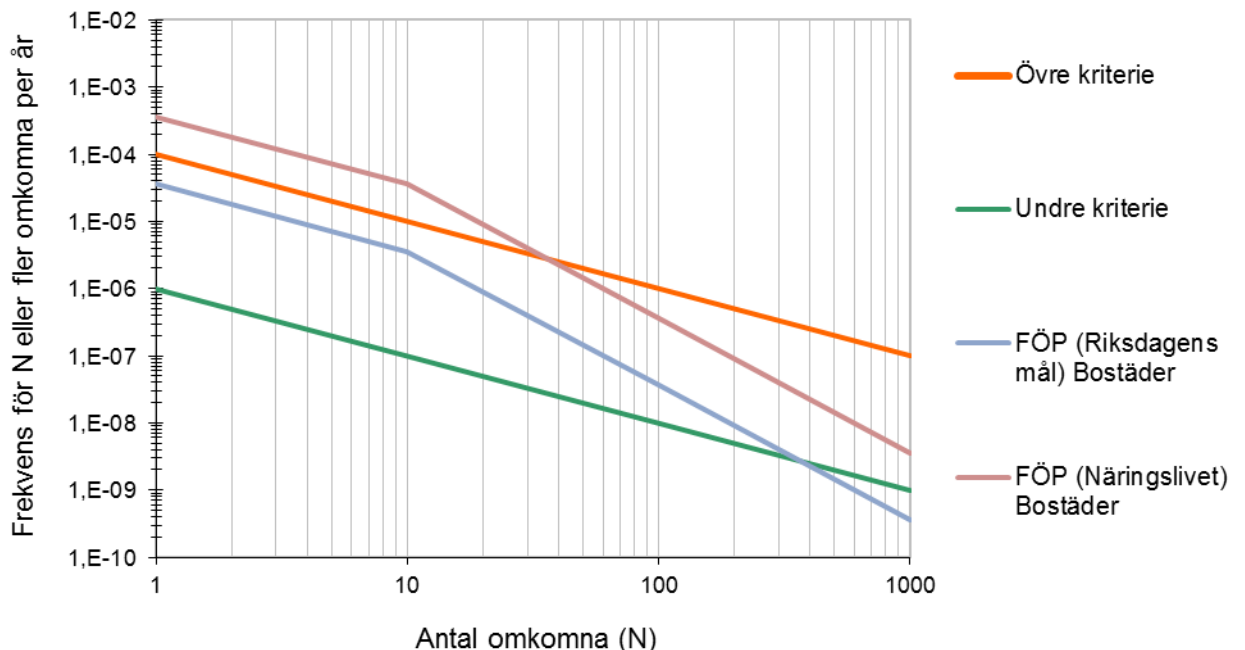


Figur 9. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (11).

I denna riskbedömning redovisas individrisknivå och samhällsrisknivå för 1 km².

3.3.2 Stadsbyggnadskontoret i Göteborgs föreslagna aversionskurvor

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg (12) har föreslagit aversionskurvor för samhällsrisk som kan jämföras med de riskkriterier som DNV föreslagit ovan. Aversionskurvorna i FÖP finns dock i olika versioner för tillämpning på arbetsplatser respektive på bostäder och gäller tät typbebyggelse på var sida om en 2 km lång riskkälla/transportled. Aversionskurvorna från FÖP har därmed anpassats till planområdets längd. Resultatet visas i Figur 10. I figuren redovisas FÖP:s kriterier som två kurvor baserade på Riksdagens mål för trafiksäkerhet respektive Näringslivets tolkning. Området mellan dessa två kurvor är inget ALARP-område likt för DNV utan kurvorna kan tillämpas separat, som två olika sätt att värdera risken.



Figur 10. Föreslagna riskkriterier/aversionskurvor anpassade för planområdet.

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen vid jämförelse med resultatet av riskanalysen för bedömning av huruvida risknivån är tolerabel eller inte.

3.4 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetsförbättrande åtgärder i detaljplaner (13), vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

4 Riskidentifiering

I detta kapitel presenteras en identifiering och beskrivning av identifierade riskkällor samt en sammanställning av de olycksscenarioer som beaktas vidare i rapporten.

4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor

De risker som har identifierats för planområdet är förknippade med farligt gods-trafiken på väg 155. Inga övriga riskkällor, farliga verksamheter, Sevesoverksamheter etcetera har identifierats i områdets närhet.

4.2 Transportleder för farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (14) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 1. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton (14).	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma båda inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m (15).
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
	peroxider		% eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (16). Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

4.2.1 Transport av farligt gods på väg 155

Trafikverkets statistik för farligt gods-transporter på färjorna mellan Lilla Varholmen och Hönö/Björkö (7) indikerar att cirka 1500 farligt godstransporter trafikerar avsnittet per år vid horisontåret 2030. Då inga andra start- eller målpunkter för farligt gods har identifierats längs aktuell sträckning av väg 155 görs bedömningen att alla farligt gods-transporter som trafikerar färjan även passerar bebyggelsen längs väg 155.

Enligt Trafikverkets statistik för farligt gods utgör 87 % brandfarlig vätska, 12 % gas och 1 % övriga farligt gods-klasser (7). Av gastransporterna utgörs större delen av transportererna av den brandfarliga gasen gasol. För övriga farligt gods-klasser väljs explosiv vara klass 1, vilket ger ett konservativt antagande.

4.3 Sammanställning av olycksscenarier

Utifrån beskrivningarna i Tabell 1 samt statistik över transporterade mängder bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2 och 3. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom vid olycksfordonets omedelbara närhet.

Baserat på konsekvensbeskrivningarna i Tabell 1 och aktuella avstånd mellan transportleden för farligt gods och befintlig bebyggelse, behandlas följande riskscenarier vidare i analysen:

- Farligt godsolycka med explosiv vara (klass 1).
- Farligt godsolycka med brandfarligt gasutsläpp (klass 2.1).
- Farligt godsolycka med brandfarlig vätska (klass 3).

5 Riskuppskattning och riskvärdering

I kapitlet redovisas resultat från riskuppskattningarna med valda kriterier för riskvärdering.

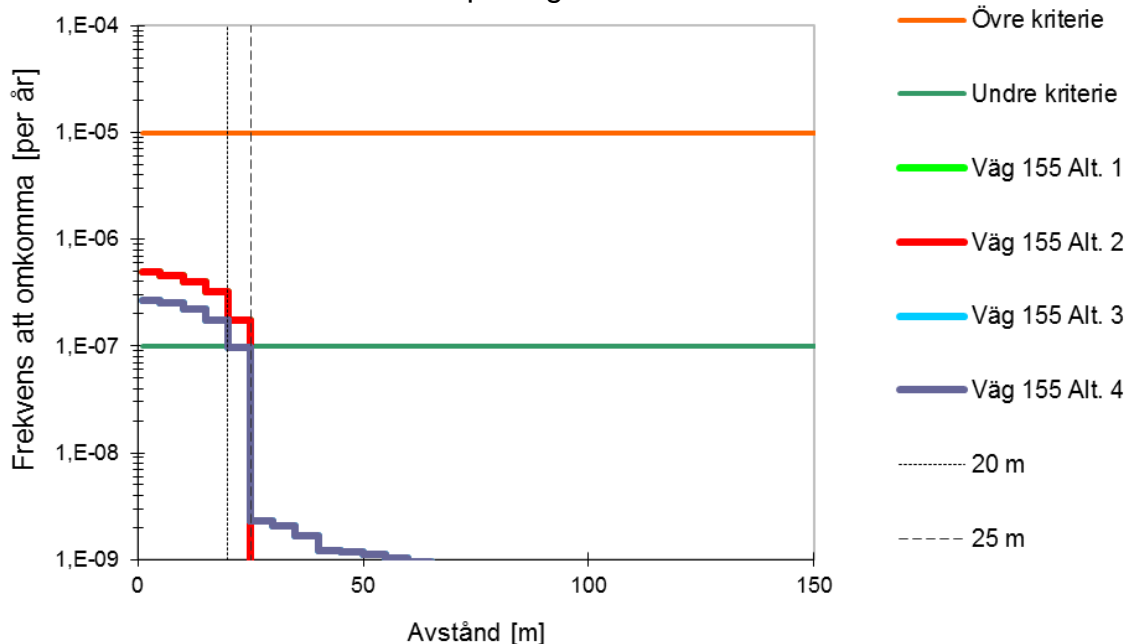
Resultatet för individrisken och samhällsrisken presenteras för fyra olika alternativ, se Tabell 2, där indata till beräkningarna presenteras i bilaga A och C. I alternativ 1 och 2 utgår farligt gods-fördelningen från statistik från (7). I alternativ 3 och 4 utgår farligt gods-fördelningen från statistik från (7) som sedan har justerats för att anpassas till en framtida fördelning då det krävs förändringar av transportsektorn för att uppnå uppsatta klimatmål. Detta kommer att leda till att mängden förnybara drivmedel kommer att öka och fossila bränslen kommer att minska. Vidare utgör alternativ 1 och 3 ett nollalternativ och 2 och 4 ett utbyggnadsalternativ. Vid beräkningarna av individ- och samhällsrisken har hänsyn tagits till den planerade breddningen av väg 155 till följd av ett extra busskörfält, vilket medför att vägen förflyttas närmre planområdet på vissa platser.

Tabell 2 Redogörelse av de fyra olika alternativen

	Befolkningstäthet	Hastighet	Farligt gods-fördelning
Alternativ 1 (nollalternativ)	1450 personer/km ²	50 km/h	Enligt statistik
Alternativ 2 (utbyggnadsalternativ)	1550 personer/km ²	50 km/h	Enligt statistik
Alternativ 3 (nollalternativ)	1450 personer/km ²	50 km/h	Enligt statistik med anpassning till framtida fördelning
Alternativ 4 (utbyggnadsalternativ)	1550 personer/km ²	50 km/h	Enligt statistik med anpassning till framtida fördelning

5.1 Risknivå

5.1.1 Individrisknivå med avseende på väg 155



Figur 11. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 155. Individrisken för alternativ 1 är identisk med alternativ 2 och är därmed placerad under alternativ 2. Likaså är individrisken för alternativ 3 identisk med alternativ 4 och är även här placerad under alternativ 4.

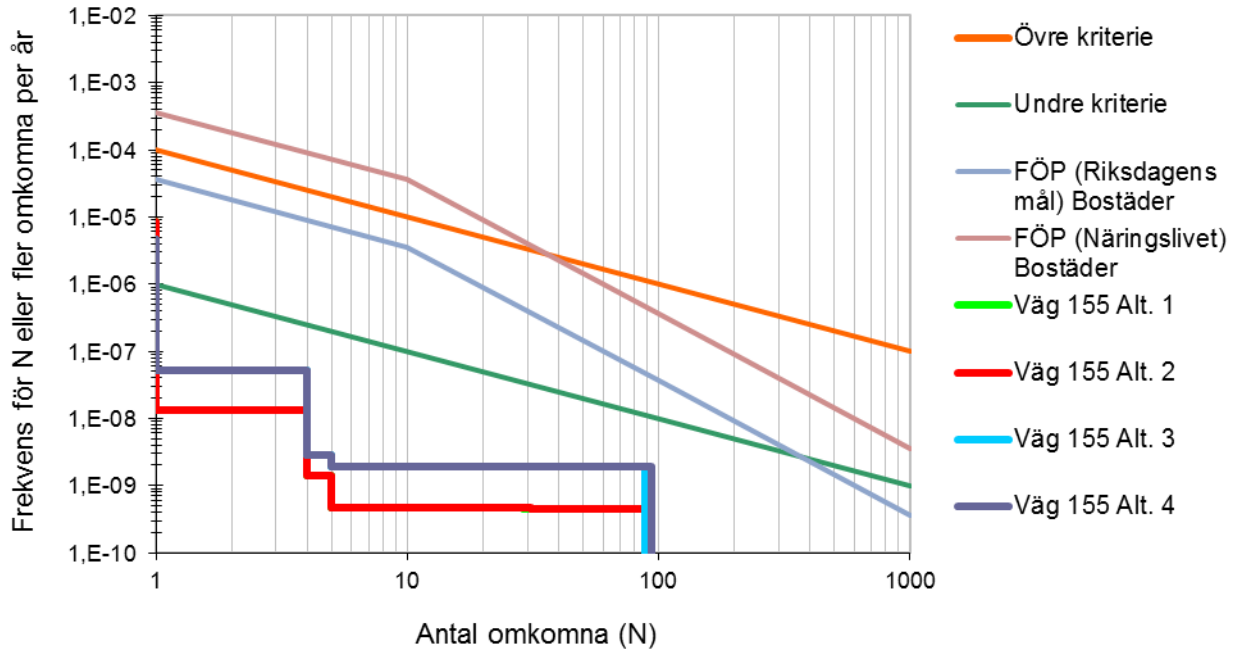
I Figur 11 redovisas resultatet för individrisken, det vill säga frekvensen för att en enskild individ ska omkomma till följd av de identifierade riskkällorna. Figuren visar att individrisken överstiger ALARP-området (frekvens att omkomma $> 1 \cdot 10^{-7}$) på ett avstånd 20 respektive 25 meter från vägen. På ett längre avstånd än 20 respektive 25 meter är nivån att betrakta som låg och därmed acceptabel. I Figur 12 är individriskkonturen för ALARP-områdets gräns $1 \cdot 10^{-7}$ inritad för riskkällan för att åskådliggöra resultatet i jämförelse med planområdet. Figuren utgår från vägplanen för den planerade breddningen av väg 155.



Figur 12. Individriskkontur (ALARP-områdets gräns $1 \cdot 10^{-7}$) för riskkällan markerad med röd färg.

ALARP-området innebär, enligt värderingskriterierna, att risker där kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna, om riskreduktion ej är praktiskt genomförbart eller om kostnader för riskreduktion överstiger nyttan. Då den planerade bebyggelsen är placerad utanför det rödmarkerade området behöver inga riskreducerande åtgärder vidtas avseende individrisken då individrisken bedöms som acceptabel. Inom ALARP-området (20-25 meter från vägkant) finns dock planer på att uppföra parkeringsplatser för planområdet vilket även bedöms vara acceptabelt då parkering inte utgör någon plats för stadigvarande vistelse.

5.1.2 Samhällsriskenivå med avseende på väg 155



Figur 13. Samhällsriskenivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 155.

I Figur 13 redovisas resultatet för samhällsrisken som ligger under ALARP-området enligt DNV:s kriterier förutom vid en omkommen person. Detta skadefall härleds till händelsen stor pölbrand vilket har ett konsekvensavstånd på 27 meter, se avsnitt C.11.1.2. Då avståndet till den planerade bebyggelsen överstiger 27 meter påverkar inte riskkällan det planerade planområdet. I relation till FÖP:s kriterier för bostäder överskrids inte kriteriet i något fall. Sammantaget behöver inte några riskreducerande åtgärder vidtas då samhällsrisken bedöms som acceptabel eftersom avståndet till den planerade bebyggelsen bedöms vara tillräckligt samt att de uppsatta kriterierna inte överskrids i något fall.

6 Riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar.

Både individrisken och samhällsrisken bedöms som acceptabel då inga av de uppsatta kriterierna (FÖP eller DNV) överskrids och därmed behöver inga ytterligare riskreducerande åtgärder vidtas för det planerade området. Planområdet ligger redan en bit från väg 155 där farligt gods transporteras och ett skyddsavstånd erhålls därmed automatiskt för området. Planområdet är även högre beläget än väg 155 vilket innebär att en eventuell tankbilsolycka inte medför att en pölbrand sprider sig mot området utan rinner istället därifrån.

7 Diskussion

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som generellt är belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området,
- utformning och disposition av etableringar,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas.

Det saknas trafik- och transportprognoser för år 2030, däremot finns bra dokumenterad indata för nuläget. I rapporten har en uppräknig av trafikprognoser gjorts med index enligt trafikökningarna som har mätts för aktuell sträcka under 2000-talet. Trafikprognosen för 2020 har även tagit hänsyn att en viss andel av trafikökningen reduceras med hjälp av utbyggnad av kollektivtrafiken och införandet av trängselskatter i Göteborg. Antagande om ÅDT (årsmedeldygnstrafik) har dock haft en marginell påverkan på resultatet då antalet farligt gods-transporter är kända och definierade i beräkningarna.

Antalet farligt gods-transporter år 2030 har antagits öka med 4 procent per år från år 2009 där antagandet av 4 procent utgår från ökningen av tunga transporter på väg 155 under 2000-talet. Troligtvis är farligt gods-transporterna överskattade, dock är antalet transporter lågt iförhållande till andra farligt gods-leder. I framtiden kommer troligtvis även en del av farligt gods-transporterna att minska till följd av att drivmedelsbehovet ändras och därmed minskar även farligt gods-transporterna. En stor del av det farliga godset på väg 155 utgörs av drivmedeltransporter. I framtiden antas drivmedelsbehovet och drivmedelstyperna ändras (elbilar, gasbilar etcetera). För att ta hänsyn till ett sådant scenario prövas en omflyttning av ADR-S klass 3 till ADR-S klass 2.1, vilket redovisas som scenario 3 och 4.

Då antalet farligt gods-transporter troligtvis är överskattade och då det planerade planområdet är beläget något högre än väg 155 kommer ett eventuellt utsläpp från exempelvis en tankbilsolycka att rinna ifrån området. Hastigheten på vägsträckan norr om området planeras även att sänkas från nuvarande 50 km/h till 40 km/h i samband med den planerade utbyggnaden av kollektivkörväg vilket medför att konsekvensen av en olycka reduceras. Därmed finns det även en viss extra säkerhetsmarginal i riskbedömningen.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar, svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter samt mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata (17).

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället (17).

8 Slutsatser

Resultatet av riskbedömningen för detaljplanen visar att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas för det undersökta planområdet då både individrisken och samhällsrisken bedöms som acceptabel. FÖP:s föreslagna kriterier för bostäder enligt Riksdagens och näringslivets mål underskrids där också DNV:s uppsatta kriterier underskrids för planområdet. Vid beräkningarna av individ- och samhällsrisken har hänsyn tagits till den planerade breddningen av väg 155 vilket medför att vägen förflyttas närmre planområdet på vissa platser. Planområdet befinner sig en bit från väg 155, som utgör en farligt gods-led, och området är beläget högre än väg 155 vilket bidrar till att en del riskreducerande åtgärder kan anses vara vidtagna.

Bostäder planeras på ett avstånd cirka 30 meter från väggkant vilket bedöms vara tillräckligt långt bort. Om bostäderna placeras närmre krävs åtgärder för att individ- och samhällsrisken ska vara acceptabel. Inom ALARP-området (20-25 meter från väggkant) finns dock planer på att uppföra parkeringsplatser för planområdet vilket även bedöms vara acceptabelt då parkering inte utgör någon plats för stadigvarande vistelse. Vilka värderingskriterier och bedömningsgrunder som skall gälla för planen bör fastställas i samråd enligt miljöbedömningsprocessen.

Bilaga A. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som ligger till grund för kommande bedömningar och beräkningar.

A.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport (10) presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport (16) och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2020. Trafikprognosen för år 2020 har sedan räknats upp där trafikflödet bedöms öka med 2 % per år (5). År 2030 blir därmed trafikflödena enligt Tabell 3. Antal fordon per dygn år 2013 är 11 250 enligt uppmätta trafikmängder för år 2011 och med en antagen trafikökning på 2 % per år (6).

Tabell 3. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.

	Väg 155 Alt. 1	Väg 155 Alt. 2	Väg 155 Alt. 3	Väg 155 Alt. 4
ÅDT [fordon per dygn]	12950	12950	12950	12950
Hastighetsgräns [km/h]	50	50	50	50
Antal fordon med FG	4,1	4,1	4,1	4,1
Olyckskvot	1,5	1,5	1,5	1,5
Andel singelolyckor	0,1	0,1	0,1	0,1
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,004	0,004	0,004	0,004
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	233,2	233,2	233,2	233,2

A.2. Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna

År 2009 skedde totalt sett i hela Sverige omkring 415 000 transporter och den totala mängden gods var drygt 10 miljoner ton (18).

Tabell 4 redovisar fördelningen av transporter av farligt gods för den undersökta vägen, år 2009-2012 (februari) samt antalet farligt gods-transporter per dygn (5) (7) för alternativ 1 och 2. Enligt information från Trafikverkets statistik för farligt gods-transporter på färjorna mellan Lilla Varholmen och Hönö/Björkö (14) förekommer i genomsnitt 660 farligt gods-transporter per år. Vid horisontåret 2030 transporteras det cirka 1500 farligt gods-transporter på vägsträckan med en antagen trafikökning på 4 % per år. År 2030 kommer fördelningen av transporter av farligt gods troligtvis att vara annorlunda jämfört med idag då det kommer att krävas förändringar av transportsektorn för att uppnå uppsatta klimatmål. Detta kommer att leda till att mängden förnybara drivmedel kommer att öka och fossila bränslen kommer att minska. I en rapport för utsikterna för förnybara drivmedel i Sverige har en litteratursökning genomförts för att bland annat ta reda på hur olika aktörer ser på framtiden för förnybara drivmedel. Sammanställningen visar att det finns en stor variation bland olika aktörer för

framtiden av förnybara drivmedel. Variationen för biodrivmedel år 2030 är 6-56 % för vägsektorns energianvändning. Den stora variationen visar att det finns stora osäkerheter angående förutsättningarna för att introducera biodrivmedel i transportsektorn, exempelvis förekomsten av styrmedel (19). Utifrån rapporten anses en ökning för ADR-S klass 2.1 transporter med 40 procentenheter vara ett representativt värde. Vidare antas att ADR-S klass 3 minskar med lika många procentenheter som klass 2.1 ökar. Alternativ 3 och 4 innefattar fördelningen av transporter av farligt gods för den undersökta vägen, år 2009-2012 (februari) där hänsyn även har tagits till en trolig omfördelning av transporter år 2030.

Tabell 4. Antalet farligt gods-transporter utifrån statistiskt underlag samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.

	Väg 155 Alt. 1	Väg 155 Alt. 2	Väg 155 Alt. 3	Väg 155 Alt. 4
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	4,120512124	4,120512124	4,120512124	4,120512124
ADR-S klass				
1	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
2.1	12,21%	12,21%	52,21%	52,21%
2.3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	87,17%	87,17%	47,17%	47,17%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Övriga	0,57%	0,57%	0,57%	0,57%

Bilaga B. Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med hjälp av händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar. Händelseträden som presenteras i kapitlet redovisas för väg 155 alternativ 1. Alternativ 2 ger samma figur men alternativ 3 och 4 kommer att ändras på grund av en annan fördelning av ADR-S klasser. Utifrån Tabell 4 kan dock händelseträdet beräknas även för alternativ 3 och 4.

B.1. ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (14). Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

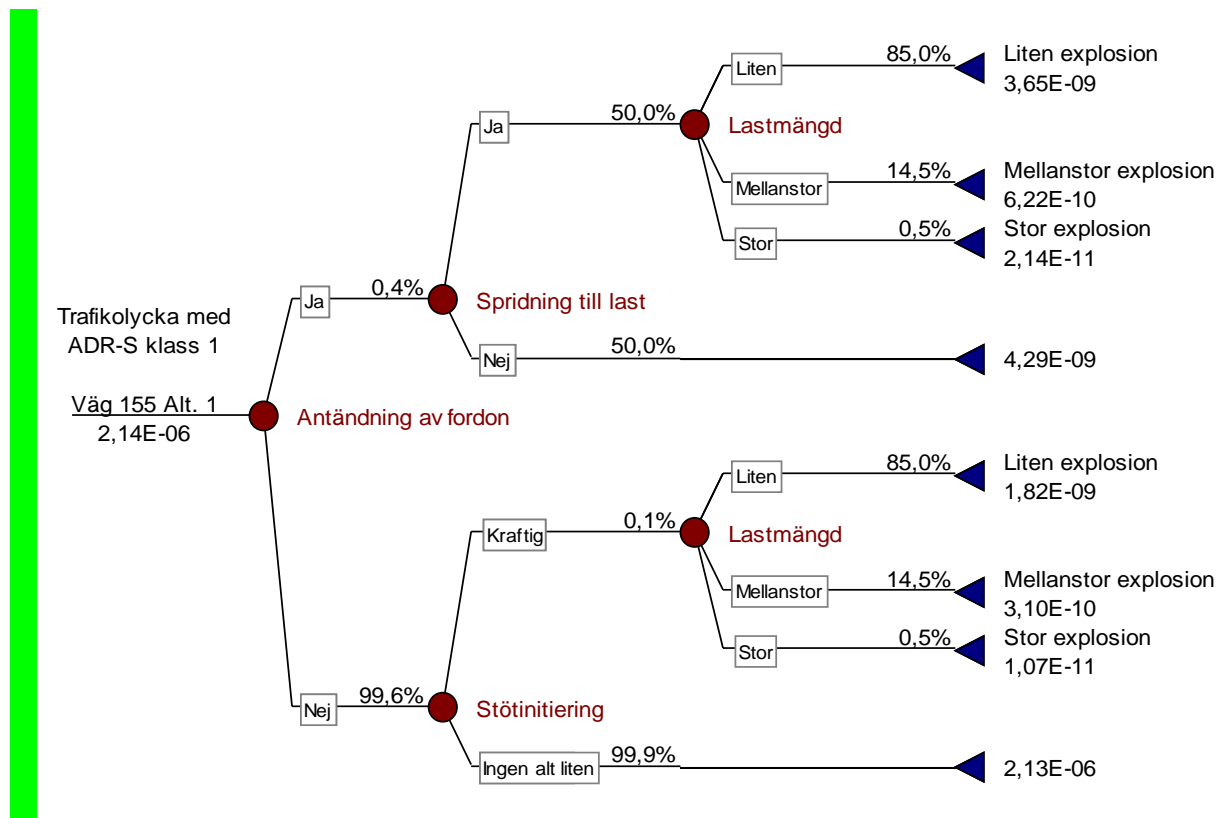
B.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) (20) utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande.

Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

B.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 14 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.



Figur 14. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

B.1.2.1. Antändning av fordon

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer (21). Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % (22) (23).

B.1.2.2. Brandspridning till lasten

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats (24), med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor.

Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan (25), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

B.1.2.3. Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s (26). Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO (27) anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %.

Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

B.1.2.4. Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen (28) (29).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (30) anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor (31). Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens (32) tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen som anges i Tabell 5 nedan, för lastmängder av explosiva ämnen. Den representativa lastmängden är ett viktat medelvärde utifrån fördelningen av de ingående lastmängderna.

Tabell 5. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %.	150 kg

B.2. ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) (14). Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brännbara gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

B.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga¹. Brandfarliga gaser är ofta

¹ Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

luktfria (33). Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg (25).

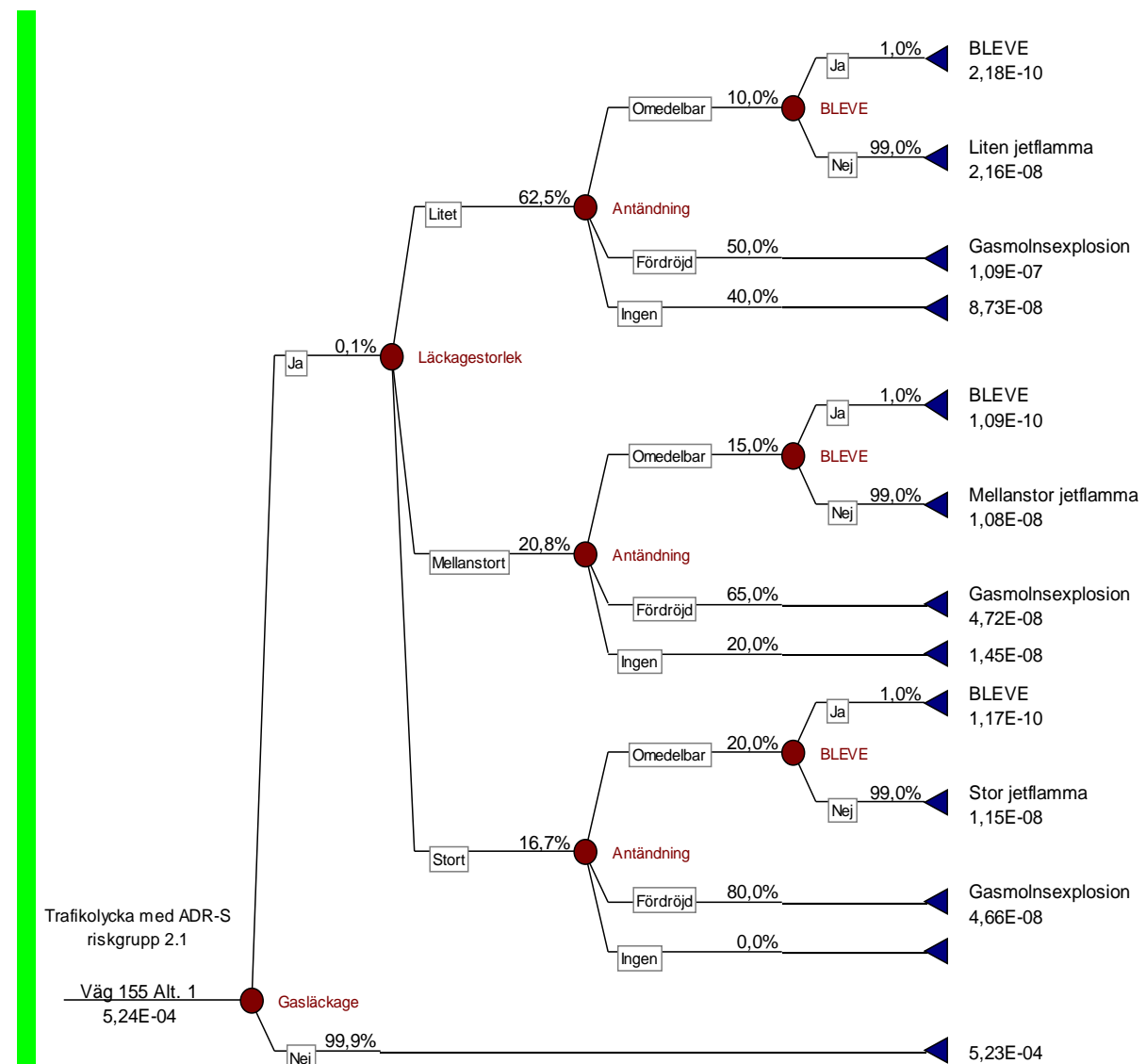
För brännbara gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot är en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

B.2.1.1. Representativt ämne

Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

B.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 15 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 15. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

B.2.2.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet (34). Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 (10), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,02 \cdot 1/30 = 0,067 \%$.

B.2.2.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i (10) utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % (10).

B.2.2.3. Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % (35), varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

B.2.2.4. BLEVE

En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar skall infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

B.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

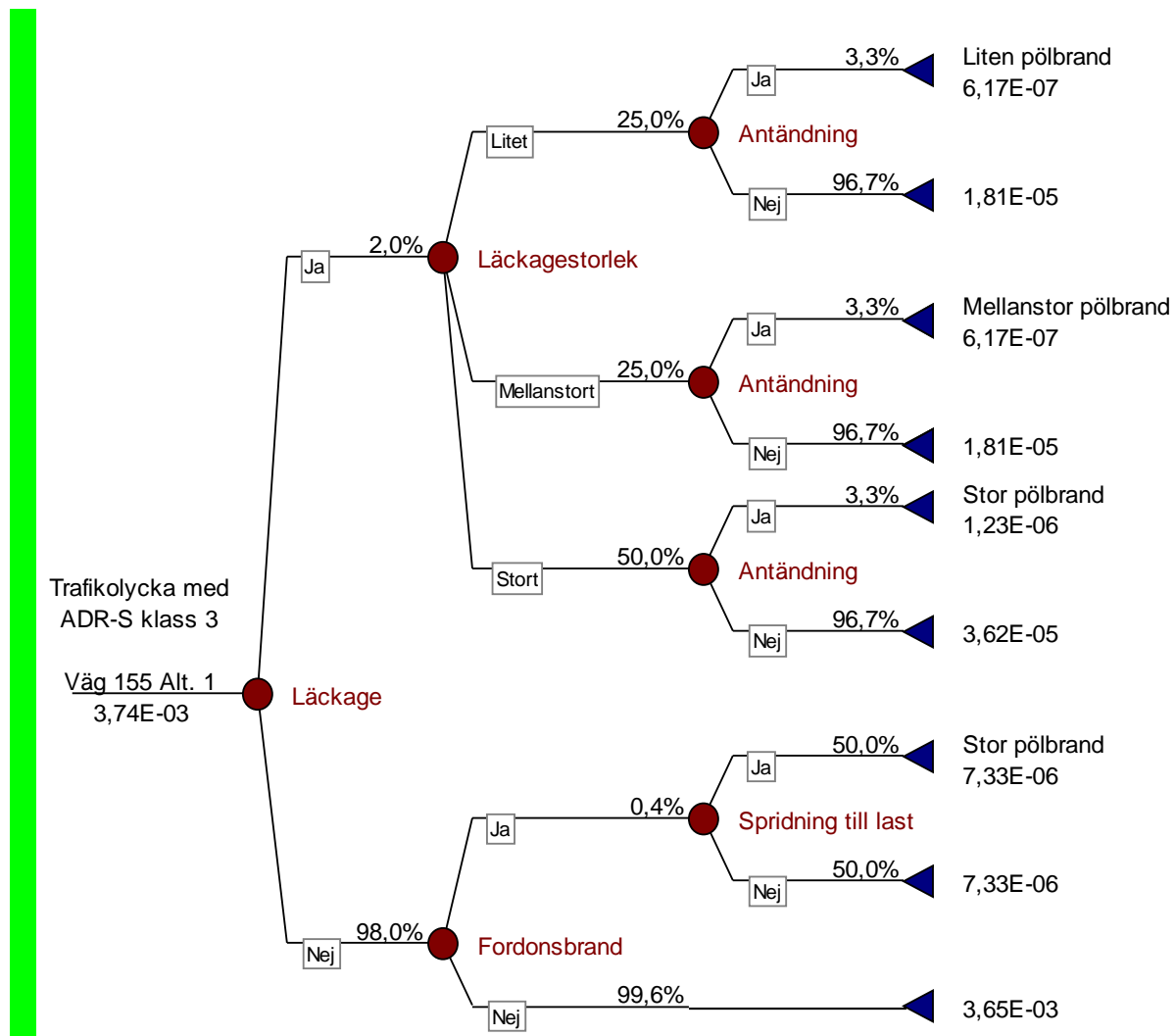
Ingen transport av ADR-S riskrupp 2.3 – giftiga gaser förekommer på väg 155.

B.3. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

B.3.1 Händelsetråd med sannolikheter

Figur 16 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 16. Händelseträdd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

B.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 0,02 (10).

B.3.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset (36) (37). Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % (10). De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

B.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 (38). Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % (27).

B.3.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt B.1.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

B.4. Ackumulerad olyckspåverkan

Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga C).

Bilaga C. Konsekvensberäkningar

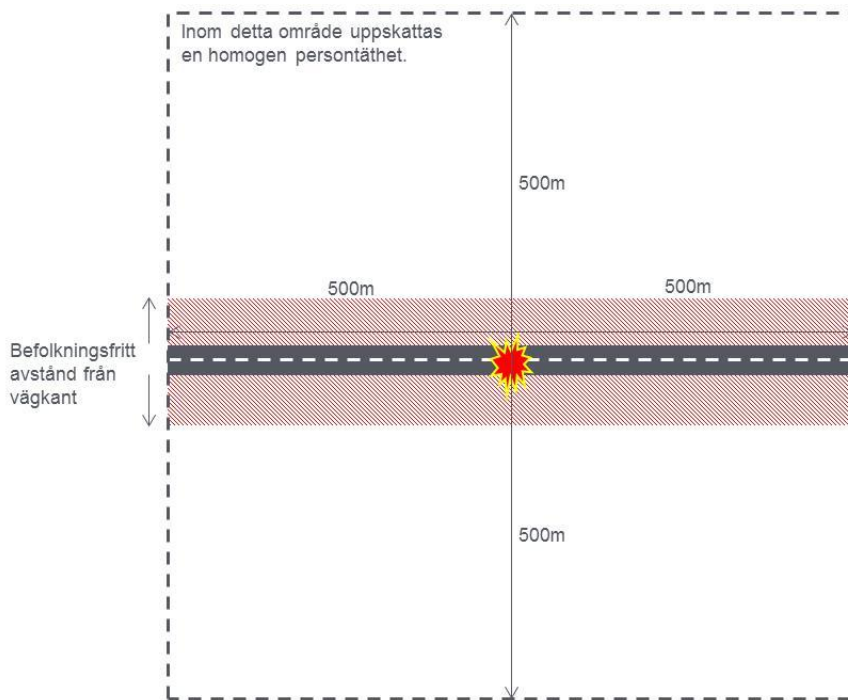
Tabell 6 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i C.3. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

Tabell 6. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.

ADR-S Klass	Konsekvensindex	Scenario
1	1a	Liten explosion
	1b	
	2a	Mellanstor explosion
	2b	
	3a	Stor explosion
	3b	
2.1	1	BLEVE
	2	Liten jetflamma
	3	Gasmolnsexplosion
	4	Mellanstor jetflamma
	5	Stor jetflamma
2.3	1	Litet läckage låg vindstyrka
	2	Litet läckage hög vindstyrka
	3	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	4	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	5	Stort läckage låg vindstyrka
	6	Stort läckage hög vindstyrka
3	1	Liten pölbrand
	2	Mellanstor pölbrand
	3	Stor pölbrand
5	1a	Explosion
	1b	
	2	Brand

C.1. Persontäthet

I samhällsrisksberäkningar uppskattas hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor från centrum av planområdet, Majvik, samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 17.



Figur 17. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Området består av bostäder med en uppskattad persontäthet på 750 dagtid och 1450 nattetid. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt. Som grund för uppskattningen ligger statistik för befolkningstätheten av Hjuviks tätort. Befolkningstätheten var år 2005 1345 personer/km² och år 2010 1408 personer/km² (39). Utifrån statistiken har 1450 personer/km² ansatts som befolkningstäthet då omgivningen runt området är bebyggt och det förväntas inte ske någon nämnbar befolkningsökning. Då området består av bostäder antas hälften av befolkningen befinna sig på annan plats under dagtid på grund av arbete med mera. För utbyggnadsalternativet har en befolkningstäthet på 775 personer/km² dagtid och 1550 personer/km² nattetid då planområdet bedöms medföra en befolkningsökning på 100 personer.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 15 meter ett befolkningsfritt avstånd från väggkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. Hur stort detta avstånd är anges i respektive undersökt alternativ. För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmättet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

C.2. Antagande om olyckans placering

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från väggkant närmast området.

C.3. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) (40).

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splittersverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splittersverkan vara

försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa (41). Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

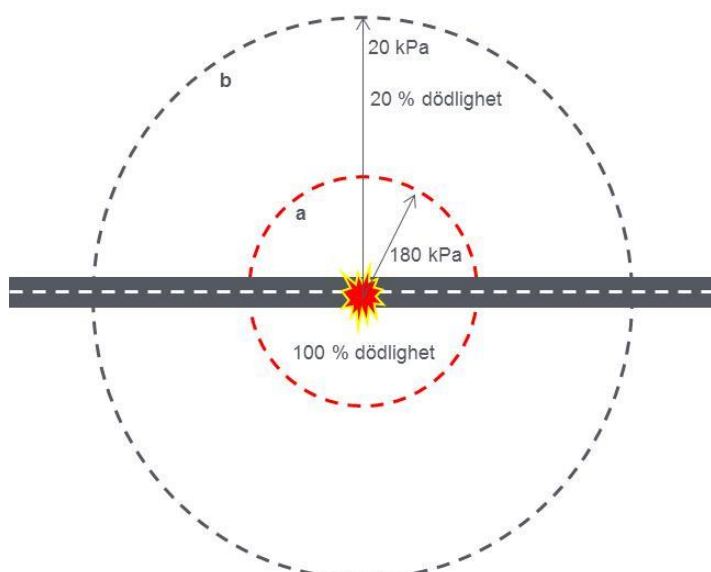
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet Figur 18.

Utifrån beräkninggång i *Konsekvensanalys explosioner* (42) har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 7. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 7. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstötstågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 m	41 m
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 m	88 m
Stor explosion	16 000 kg	62 m	193 m



Figur 18. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

C.4. ADR-S klass 2 – Gaser

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

C.5. ADR-S riskgrupp 2.1 – Brännbara gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brännbar gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* (43) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i (18), för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 8. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm ²]
Litet	17,9	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	0,09	4,56	16,37

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

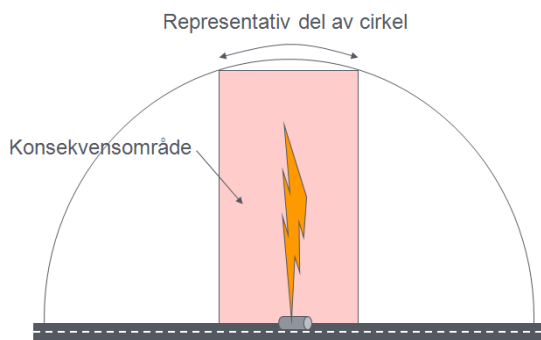
C.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (41). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

C.7. Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (41), där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (44) används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 19.



Figur 19. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

C.8. Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran Spridning Luft (43) används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 18.

C.9. Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

Tabell 9. Beräknade konsekvensavstånd inom vilket personer antas omkomma.

Index	Scenario	Konsekvensavstånd [m]
1	BLEVE	170
2	Liten jetflamma	5
3	Gasmolnsexplosion	42
4	Mellanstor jetflamma	17
5	Stor jetflamma	73

C.10. ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m^2 . Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den

strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad (25) (45).

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar (25). I Tabell 10 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 10. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m ² från pölkant	Vinkel [grad]
Litet utsläpp	50 m ²	12 m	Litet utsläpp
Mellanstort utsläpp	200 m ²	22,5 m	Mellanstort utsläpp
Stort utsläpp	400 m ²	30 m	Stort utsläpp

C.11. Sammanställning av riskbidrag från riskkällorna

C.11.1.1. Individriskbidrag

Tabell 11. Individriskbidrag från vägnätet.

ADR-S klass	Konsekvensindex	Väg 155 Alt. 1		Väg 155 Alt. 2		Väg 155 Alt. 3		Väg 155 Alt. 4	
		Avstånd [m]	Frekvens [per km och år]	Avstånd [m]	Frekvens [per km och år]	Avstånd [m]	Frekvens [per km och år]	Avstånd [m]	Frekvens [per km och år]
1	1a	13		13		13		13	
	1b	41	5,46E-09	41	5,46E-09	41	5,46E-09	41	5,46E-09
	2a	28		28		28		28	
	2b	88	9,32E-10	88	9,32E-10	88	9,32E-10	88	9,32E-10
	3a	61		61		61		61	
	3b	193	3,21E-11	193	3,21E-11	193	3,21E-11	193	3,21E-11
2.1	1	170	4,44E-10	170	4,44E-10	170	1,90E-09	170	1,90E-09
	2	5	2,16E-08	5	2,16E-08	5	9,24E-08	5	9,24E-08
	3	42	4,66E-08	42	4,66E-08	42	1,99E-07	42	1,99E-07
	4	17	1,08E-08	17	1,08E-08	17	4,61E-08	17	4,61E-08
	5	73	1,15E-08	73	1,15E-08	73	4,94E-08	73	4,94E-08
2.3	1	27	0,00E+00	27	0,00E+00	27	0,00E+00	27	0,00E+00
	2	29	0,00E+00	29	0,00E+00	29	0,00E+00	29	0,00E+00
	3	88	0,00E+00	88	0,00E+00	88	0,00E+00	88	0,00E+00
	4	96	0,00E+00	96	0,00E+00	96	0,00E+00	96	0,00E+00
	5	458	0,00E+00	458	0,00E+00	458	0,00E+00	458	0,00E+00
	6	461	0,00E+00	461	0,00E+00	461	0,00E+00	461	0,00E+00
3	1	12	6,17E-07	12	6,17E-07	12	3,34E-07	12	3,34E-07
	2	21	6,17E-07	21	6,17E-07	21	3,34E-07	21	3,34E-07
	3	27	8,56E-06	27	8,56E-06	27	4,63E-06	27	4,63E-06
5	1a	39		39		39		39	
	1b	123	0,00E+00	123	0,00E+00	123	0,00E+00	123	0,00E+00
	2	27	0,00E+00	27	0,00E+00	27	0,00E+00	27	0,00E+00

C.11.1.2. Samhällsrisksbidrag

Tabell 12. Samhällsrisksbidrag från vägnätet.

ADR-S klass	Konsekvensindex	Antal omkomna		Antal omkomna		Antal omkomna		Antal omkomna	
		Frekvens [per km och år]		Frekvens [per km och år]		Frekvens [per km och år]		Frekvens [per km och år]	
		Väg 155 Alt. 1	Väg 155 Alt. 2	Väg 155 Alt. 3	Väg 155 Alt. 4				
1	1	0,5	5,46E-09	0,5	5,46E-09	0,5	5,46E-09	0,5	5,46E-09
	2	4,5	9,32E-10	4,8	9,32E-10	4,5	9,32E-10	4,8	9,32E-10
	3	29,1	3,21E-11	31,1	3,21E-11	29,1	3,21E-11	31,1	3,21E-11
2.1	1	87,6	4,44E-10	93,7	4,44E-10	87,6	1,90E-09	93,7	1,90E-09
	2	0,0	2,16E-08	0,0	2,16E-08	0,0	9,24E-08	0,0	9,24E-08
	3	0,4	4,66E-08	0,4	4,66E-08	0,4	1,99E-07	0,4	1,99E-07
	4	0,1	1,08E-08	0,1	1,08E-08	0,1	4,61E-08	0,1	4,61E-08
	5	3,6	1,15E-08	3,8	1,15E-08	3,6	4,94E-08	3,8	4,94E-08
2.3	1	0,3	0,00E+00	0,3	0,00E+00	0,3	0,00E+00	0,3	0,00E+00
	2	0,2	0,00E+00	0,2	0,00E+00	0,2	0,00E+00	0,2	0,00E+00
	3	4,2	0,00E+00	4,5	0,00E+00	4,2	0,00E+00	4,5	0,00E+00
	4	2,5	0,00E+00	2,7	0,00E+00	2,5	0,00E+00	2,7	0,00E+00
	5	103,8	0,00E+00	111,0	0,00E+00	103,8	0,00E+00	111,0	0,00E+00
	6	51,6	0,00E+00	55,1	0,00E+00	51,6	0,00E+00	55,1	0,00E+00
3	1	0,0	6,17E-07	0,0	6,17E-07	0,0	3,34E-07	0,0	3,34E-07
	2	0,1	6,17E-07	0,1	6,17E-07	0,1	3,34E-07	0,1	3,34E-07
	3	0,7	8,56E-06	0,8	8,56E-06	0,7	4,63E-06	0,8	4,63E-06
5	1 (a+b)	10,4	0,00E+00	11,0	0,00E+00	10,4	0,00E+00	11,0	0,00E+00
	2	0,7	0,00E+00	0,8	0,00E+00	0,7	0,00E+00	0,8	0,00E+00
Personfritt avstånd från vägkant [m]		15		15		15		15	

Bilaga D. Referenser

1. Hitta.se. *Hitta.se*. [Online] [Citat: den 05 04 2013.]
<http://www.hitta.se/karta#center=6405705:1256532&zl=9&bounds=5427424:-1666076,8559924:5039924&rlm=1&type=sat>.
2. **Räddningsverket**. *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006*. u.o. : Statens räddningsverk, 2006b.
3. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län**. Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
4. **Stadsbyggnadskontoret i Göteborg**. Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5. 1997.
5. **Samhällsbyggnad, WSP**. *Förstudie, Väg 155, Delen Lilla Varholmen-Gossbydal, Ökad framkomlighet för kollektivtrafiken*. [Rapport] Göteborg : Västsvenska paketet, Trafikverket, 2012. 102 357, 102 358.
6. Göteborgs stad. *Trafik på HJUVIKSVÄGEN*. [Online] [Citat: den 04 04 2013.]
<http://www.statistik.tkgbg.se/statistik.asp?sGata=HJUVIKSVÄGEN>.
7. **Milerud, Jim**. *Statistik Farligt gods på Hönöleden 2009-2012*. u.o. : Färjerederiet Trafikverket, 2012-03-07.
8. **IEC**. International Standard 60300-3-9. *Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems*. Geneve : International Electrotechnical Commission, 1995.
9. **ISO**. Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73*. Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
10. **Räddningsverket**. *Farligt gods: Riskbedömning vid transport*. u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
11. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane**. Värdering av risk. *FoU rapport - DNV*. u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
12. *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. u.o. : SBK, 1997.
13. **Räddningsverket och Boverket**. Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
14. **MSB**. *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng*. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
15. **Räddningsverket**. Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
16. **VTI**. Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4*. u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
17. **Väg- och transportforskningsinstitutet**. VTI rapport 387:1. 1994.
18. **TRAFKA**. *Lastbilstrafik 2009 Swedish national and international road goods transport 2009. Statistik 2010:3*. u.o. : Trafikanalys, 2010.
19. **Hansson, Julia och Grahn, Maria**. *Utsikt för förnybara drivmedel i Sverige*. Stockholm : IVL Svenska miljöinstitutet AB, 2013.
20. **Gustavsson, Marlene**. Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
21. **Ingasson, Haukur, o.a., o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar*. u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
22. **SIKA**. *Vägtrafikskador*. u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
23. **VTI**. Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land*. u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
24. **PIARC**. *Fire and smoke control in road tunnels*. u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
25. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg**. *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92*. u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
26. **Lamnevik, Stefan**. Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.

27. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
28. **Daggård, Tomas.** Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
29. **Pålsson, Tord.** Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
30. **MSB.** Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
31. **Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik.** Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. *Muntligen: 2007-01-30.* 2007.
32. **Jansson, Patrik.** Muntligen 2008-01-16. *Polisens tillståndsenhet.* 2008.
33. **Halmemies, Sakari.** *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000.* u.o. : Räddningsverket, 2000.
34. **Wahlqvist, Jan.** Muntligen 2010-07-08. *LPG-ansvarig.* u.o. : Statoil, 2010.
35. *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* **Purdy , G.** 1993, Journal of Hazardous Materials, Vol. 3 (1993), ss. 229-259.
36. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
37. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
38. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08.
<https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
39. **Statistiska centralbyrån (SCB).** *Tätorter 2010.* Stockholm : Statistiska centralbyrån (SCB), 2010. 1403-8978.
40. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** Verkan av explosioner i det fria. u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.
41. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
42. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
43. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
44. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
45. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.

WSP Sverige AB

Box 13033

40251 Göteborg

Tel: +46 10 722 50 00

Fax: +46 10 722 74 20

www.wspgroup.se

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

