



Illustration: Krook & Tjäder

Riskbedömning för fastigheten Masthugget 29:4, Göteborg

Underlag till

**Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Andréegatan inom stadsdelen
Masthugget**

Uppdragsgivare: AR Masthugget 29:4 AB

PROJEKTINFORMATION

UPPDRAGSNUMMER:	24-204	
UPPDRAGSANSVARIG:	Civilingenjör Martin Ljunggren	tel.nr: 070-259 34 50
INTERN GRANSKNING:	Civilingenjör Leo Kardell	
BYGGHERRE:	AR Masthugget 29:4 AB	
UPPDRAGSGIVARE:	AR Masthugget 29:4 AB	
REFERENSPERSON:	Mathias Vårström	

DOKUMENTHISTORIK

HANDLING	DATUM	VERSION
Riskbedömning för detaljplan	2025-02-25	FHK
Riskbedömning för detaljplan	2025-02-28	0
Riskbedömning för detaljplan	2026-03-26	1

SAMMANFATTNING

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med en ny detaljplan för Masthugget 29:4. Planområdet är beläget i stadsdelen Masthugget och syftet med detaljplanen är att möjliggöra nybyggnation av ca 25 000 m² (BTA) med en höjd på 7–10 våningar samt källarplan. Förslaget innebär att den nya byggnaden kommer att placeras i fastighetsgräns åt Masthamnsgatan samt Östra Sänkverksgatan men hålla ett visst avstånd till fastighetsgränsen i norr och öster.

Sockelvåningen föreslås innehålla entréer till kvarterets olika verksamheter samt publika verksamheter. Bostäderna föreslås placeras i kvarterets södra och västra delar. Närmast Andréegatan (E45:an) och i öster föreslås andra kommersiella verksamheter främst kontor. Möjlighet ska även finnas att förlägga inlastning till byggnaden längs med Andréegatan (E45).

Confire AB har fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning med avseende på riskpåverkan från bl.a. transport av farligt gods på väg och älven samt övriga aktuella risker i området.

De identifierade riskerna är kopplade till transporter av farligt gods, påsegling från älvtrafiken, hantering av brandfarliga ämnen inom Rosenlundsverket samt brandrisker i Götatunneln. Resultatet av riskbedömningen indikerar ett visst behov av riskreducerande åtgärder för området.

Confire bedömer att de föreslagna åtgärderna är rimliga med hänsyn till den aktuella risksituationen. Det är viktigt att påpeka att dessa åtgärder fortfarande utgör förslag i detta skede, och att vidare undersökningar angående funktionskrav, dimensionering och placering av åtgärderna krävs för att verifiera att erforderlig riskreducerande effekten erhålls. De föreslagna åtgärderna inkluderar:

- För att minska risken för inläckage av giftiga brandgaser bör fasader mot Andréegatan (E45) vara täta, och friskluftsintag placeras högt och på den oexponerade sidan. Detta är även gynnsamt för luftkvaliteten i området med hänsyn till avgaser och partiklar.
- Utrymning ska vara möjlig bort från Andréegatan (E45).

Givet de förutsättningar som finns i detta skede bedöms de föreslagna riskreducerande åtgärderna kunna sänka risknivån inom planområdet till acceptabla nivåer.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	6
1.1 BAKGRUND	6
1.2 SYFTE OCH MÅL	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR	6
1.4 LAGAR OCH REGELVERK	7
1.5 UNDERLAG	8
2 OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1 PLANOMRÅDE	8
2.2 INFRASTRUKTUR	9
2.2.1 <i>Andréegatan (E45)</i>	9
2.2.2 <i>Göta Älv</i>	9
2.2.3 <i>Rosenlundsverket</i>	10
3 RISKHANTERINGSMETOD OCH METODIK	10
3.1 BEGREPP OCH DEFINITIONER	10
3.2 METOD FÖR RISKINVENTERING	10
3.3 METOD FÖR RISKUPPSKATTNING	10
3.3.1 <i>Individrisk</i>	11
3.3.2 <i>Samhällsrisk</i>	11
3.4 METOD FÖR RISKVÄRDERING	11
3.4.1 <i>DNV:s föreslagna kriterium</i>	11
3.4.2 <i>Mindre avvikelse</i>	13
3.5 METOD FÖR IDENTIFIERING AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	13
4 RISKIDENTIFIERING	14
4.1 ANDRÉEGATAN (E45)	14
4.2 GÖTA ÄLV	16
4.2.1 <i>Transport av farligt gods</i>	16
4.2.2 <i>Påsegling</i>	16
4.3 ROSENLUNDSVERKET	16
4.4 GÖTATUNNELNS MYNNING	17
5 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	17
5.1 E45/INOM MASTHUGGSTERMINALEN	17
5.1.1 <i>Individrisknivå för farligt gods-transporter</i>	18
5.1.2 <i>Samhällsrisknivå för farligt gods-transporter</i>	18
5.2 GÖTA ÄLV	19
5.2.1 <i>Transporter av farligt gods</i>	19
5.2.2 <i>Påsegling</i>	19
5.3 ROSENLUNDSVERKET	20
5.3.1 <i>Hantering av brandfarlig vara inom Rosenlundsverket</i>	20
5.4 GÖTATUNNELNS MYNNING	21
5.4.1 <i>Brand under överdäckning</i>	21
6 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	21

6.1	BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	21
6.2	FÖRSLAG AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	21
7	DISKUSSION OCH OSÄKERHET	22
BILAGA A: STATISTISKT UNDERLAG		23
A.1:	OLYCKSFREKVENSBERÄKNING	23
A.2:	FÖRDELNING MELLAN OLIKA ADR-S-KLASSER	24
BILAGA B: FREKVENSBERÄKNINGAR.....		25
B.1:	ADR-S KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL	25
B.1.1	Transporterad Mängd	25
B.1.2	Händelsetråd med Sannolikheter	25
B.2:	ADR-S KLAS 2 – GASER.....	27
B.2.1	ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga Gaser.....	27
B.2.2	Händelsetråd med Sannolikheter	27
B.2.3	ADR-S Riskgrupp 2.3 – Giftiga Gaser.....	29
B.2.4	Händelsetråd med Sannolikheter	29
B.3:	ADR-S KLAS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR.....	30
B.3.1	Händelsetråd med Sannolikheter	30
B.4:	ADR-S KLAS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER	31
B.4.1	Allmänt om ADR-S Riskgrupp 5.1	31
B.4.2	Allmänt om ADR-S Riskgrupp 5.2	31
B.5:	ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN.....	33
BILAGA C: KONSEKVENSBERÄKNINGAR.....		34
C.1.	PERSONTÄTHET.....	35
C.2.	ADR-S KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN.....	36
C.3.	ADR-S KLAS 2 – GASER	37
C.4.	ADR-S RISKGRUPP 2.1 – BRANDFARLIGA GASER	37
C.5.	BLEVE.....	38
C.6.	JETFLAMMA	38
C.7.	GASMOLNEXPLOSION	38
C.8.	KONSEKVENSAVSTÅND ADR-S RISKGRUPP 2.1.....	39
C.9.	ADR-S RISKGRUPP 2.3.....	39
C.10.	ADR-S KLAS 3	39
C.11.	ADR-S KLAS 5	40
C.11.1.1	Explosion	40
C.11.1.2	Brand.....	40
BILAGA D: REFERENSER		41

1 INLEDNING

Confire AB har fått i uppdrag av byggherren, Aspelin Ramm (AR Masthugget 29:4 AB), att göra en riskbedömning i samband med upprättande av detaljplan för Masthugget 29:4 ("Detaljplan för bostäder och verksamheter vid Andréegatan inom stadsdelen Masthugget") 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 riskreducerande åtgärder.

Aktuell utgåva (version 1 daterad 2026-03-27) är en revidering. Hänvisningar till den nu icke gällande Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (FÖP99) har justerats samt beskrivning gällande inlastningsgatan längs med Andréegatan. Reviderade delar är markerade med ett streck | i vänstermarginalen.

1.1 BAKGRUND

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg arbetar med en ny detaljplan för Masthugget 29:4. Planområdet är beläget i stadsdelen Masthugget och syftet med detaljplanen är att möjliggöra nybyggnation av ca 25 000 m² (BTA) med en höjd på 7–10 våningar samt källarplan. Föreslaget innebär att den nya byggnaden kommer att placeras i fastighetsgräns åt Masthamngatan samt Östra Sänkverksgatan men hålla ett visst avstånd till fastighetsgränsen i norr och öster.

Sockelvåningen föreslås innehålla entréer till kvarterets olika verksamheter samt publika verksamheter. Bostäderna föreslås placeras i kvarterets södra och västra delar. Närmast Andréegatan (E45:an) och i öster föreslås andra kommersiella verksamheter främst kontor.

Confire AB har fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning med avseende på riskpåverkan från bl.a. transport av farligt gods på väg och älven samt övriga aktuella risker i området.

Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt godsled (1). Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet, bland annat avseende människors hälsa och säkerhet. Med anledning av dessa krav upprättas denna riskbedömning.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att säkerställa att kraven i PBL uppfylls avseende människors hälsa och säkerhet. Bedömningen fungerar som underlag för beslut om den planerade markanvändningens lämplighet i förhållande till närliggande riskkällor.

Målet är att analysera och bedöma riskernas påverkan på planområdet samt, vid behov, föreslå åtgärder för att minska riskerna.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Riskbedömningen identifierar risker kopplade till transport av farligt gods på Andréegatan (E45) och Göta älv, samt risker relaterade till fartygspåsegling, närheten till Götatunnelns västra tunnelmyrning och Rosenlundsverket. Bedömningen fokuserar på plötsliga olyckshändelser med potentiellt livshotande konsekvenser för tredje man, det vill säga risker som påverkar människors liv och hälsa.

Egendomsskador, påverkan på naturmiljön samt skador till följd av långvarig exponering för avgaser, emissioner eller buller har inte inkluderats i analysen.

Riskbedömningens resultat gäller utifrån de aktuella förutsättningarna och behöver uppdateras om dessa förändras. De föreslagna åtgärderna ska ses som preliminära förslag, och ytterligare utredningar krävs för att fastställa funktionskrav, dimensionering och

placering av åtgärderna. Detta är nödvändigt för att kunna säkerställa att de ger erforderlig riskreducerande effekt.

1.4 LAGAR OCH REGELVERK

Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) gäller följande:

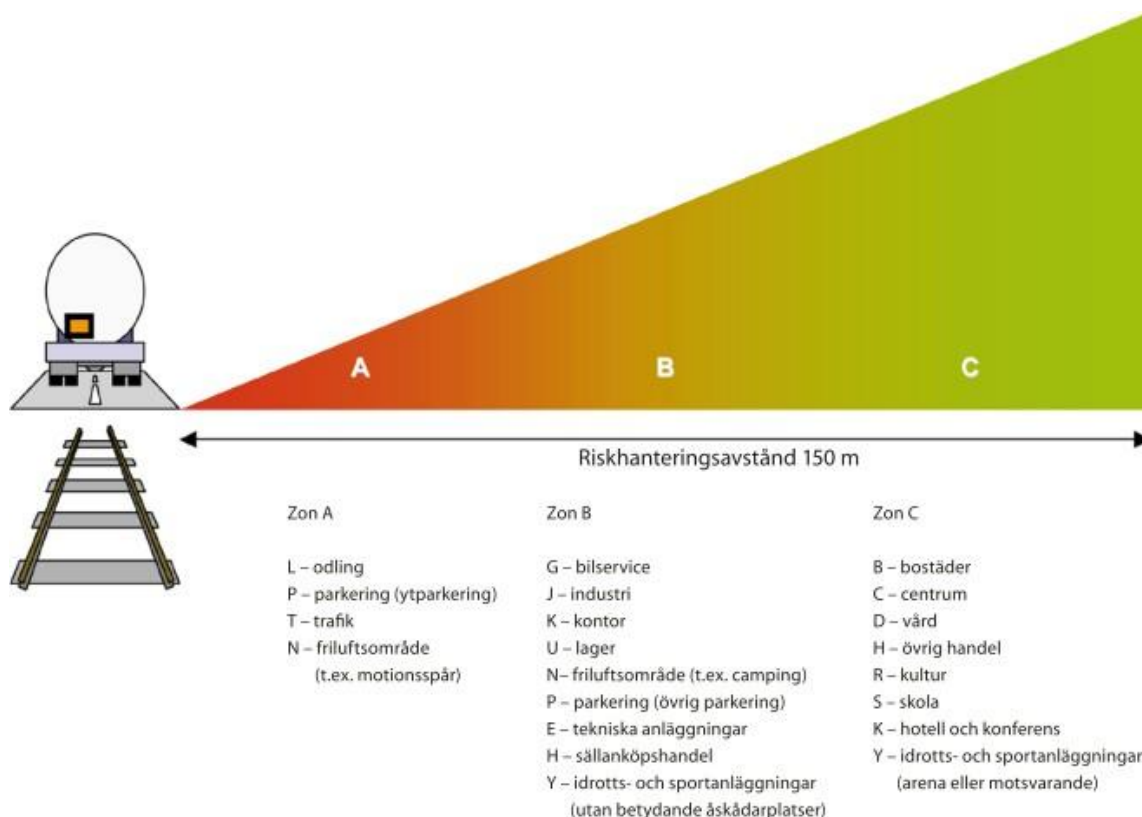
Vid planläggning samt i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk placeras på mark som är lämplig för ändamålet, med hänsyn till:

- Människors hälsa och säkerhet ... (2 kap. 5 §).

Vid planläggning och bygglovsprövning ska bebyggelse och byggnadsverk även utformas och placeras på ett sätt som är anpassat för att:

- Förebygga och begränsa risker för brand, trafikolyckor och andra olyckshändelser ... (2 kap. 6 §).

Det gemensamma dokumentet *Riskhantering i detaljplanprocessen*, framtaget av länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland, anger att riskhanteringsprocessen bör beaktas vid markanvändning inom 150 meter från transportleder för farligt gods. I Figur 1 visas en illustration av lämplig markanvändning i närheten av sådana transportleder. Zonerna har dock inga fasta gränser, utan riskbedömningen för det specifika planområdet avgör den lämpliga markanvändningen. Därmed kan en viss typ av markanvändning tillhöra olika zoner beroende på den aktuella riskbilden.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd visar den rekommenderade markanvändningen i relation till en transportled för farligt gods.

1.5 UNDERLAG

Riskbedömningen baseras på följande underlag:

- Planbeskrivning, Detaljplan för Järnvågsgatan m.fl., Samrådshandling, juni 2015, Göteborgs Stad.
- Riktlinjer för riskbedömningar (Räddningstjänsten Storgöteborg, 2004).
- Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transportleder med farligt gods (Bilaga till antagandehandling december 2021)
- Riskhantering i detaljplaneprocessen (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006).
- Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport (Räddningsverket/Boverket, 2006).
- Information från:
 - Möten med konsultgruppen

2 OMRÅDESBESKRIVNING

Detta avsnitt innehåller en övergripande beskrivning av planområdet och dess omgivningar.

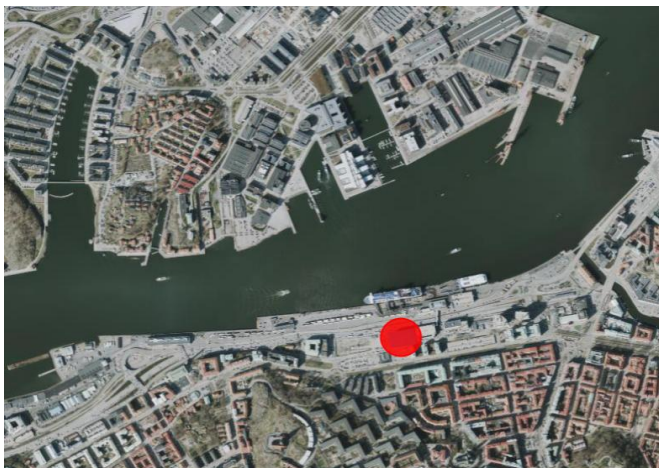
2.1 PLANOMRÅDE

Rapporten tas fram som ett underlag till ny detaljplan för verksamheter och bostäder inom fastigheten Masthugget 29:4. Fastigheten är belägen i stadsdelen Masthugget och avgränsas i norr av Andréegatan (E45), i söder av Masthamnsgatan, i väst av Östra Sänkverksgatan och i öster av parkeringshuset Koffen. Fastigheten utgör cirka 3700 kvadratmeter och är idag bebyggd.

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra för en utveckling av fastigheten där befintlig byggnad ersätts med en ny byggnadsvolym på cirka 25 000 m² BTA (bruttoarea) med en höjd på 7–10 våningar samt källarplan. Föreslaget innebär att den nya byggnaden kommer att placeras i fastighetsgräns åt Masthamnsgatan samt Östra Sänkverksgatan men hålla ett visst avstånd till fastighetsgränsen i norr och öster.

Sockelvåningen föreslås innehålla entréer till kvarterets olika verksamheter samt publika verksamheter. Bostäderna föreslås placeras i kvarterets södra och västra delar. Närmast Andréegatan (E45:an) och i öster föreslås andra kommersiella verksamheter främst kontor.

Möjlighet ska även finnas att förlägga inlastning till byggnaden längs med Andréegatan (E45).



Figur 2. Fastighetens läge i staden.

2.2 INFRASTRUKTUR

I följande avsnitt beskrivs den infrastruktur som omgärdar planområdet. En sammanfattande bild återges i Figur 3 nedan.



Figur 3. Övergripande bild samt omgivande planerad bebyggelse.

2.2.1 Andréegatan (E45)

Andréegatan (E45) är en fyrfältsväg som är en del av E45 och är planskild. Det aktuella avsnittet som gränsar till planområdet är inte en angiven transportled för farligt gods. I öster ansluter vägen till Götatunneln, som klassificeras som tunnelkategori E, vilket medför restriktioner för transporter av farligt gods, förutom exempelvis diesel och eldningsolja med hög flampunkt. På sträckan Andréegatan (E45) från Jaegerdorffsmotet, som ligger väster om planområdet, får transporter av farligt gods endast ske längs den kortaste vägen till och från hamnen vid Masthuggskajen, enligt ett undantag från Länsstyrelsen. Dessa transporter avviker från Andréegatan (E45) vid Fiskhamnsmotet väster om planområdet och fortsätter sedan i kajområdet fram till Danmarksterminalen. Det pågår ett arbete med att omlokalisera och samla Stena Lines terminaler till ett läge i Arendal/ Hisingen. En flytt kan komma att ske inom några år och bedöms vara genomförd till dess att ny bebyggelse inom Masthugget 29:4 är färdigställd.

Avståndet mellan Andréegatan (E45) och bebyggelsen inom planområdet är som närmast cirka 5-10 meter. Avståndet mellan bebyggelsen inom planområdet och de körstråk inom Danmarksterminalen där transporter av farligt gods kan äga rum är som närmast cirka 45 meter.

2.2.2 Göta Älv

Göta älv, som sträcker sig norr om planområdet, är en betydande transportled för regionen med en relativt intensiv fartygstrafik. Älven trafikeras av olika fartygstyper, inklusive färjor, bunkerbåtar, lastfartyg, turbåtar och fritidsbåtar. Farledens bredd i området varierar mellan 150 och 200 meter, med ett vattendjup på cirka 10 meter.

Transporter av farligt gods med fartyg är tillåtna i Göta älvs farled. Farligt gods kan bland annat transporteras med Stenafärjan till Danmark. För närvarande sker pålastning huvudsakligen i Frihamnen, men vissa transporter avgår även från Masthuggskajen.

Enligt Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transporterleder med farligt gods, bilaga till antagandehandling december 2021, (29), tillåts tät bebyggelse intill Göta älv upp till 10 meter från kajen.

2.2.3 Rosenlundsverket

Rosenlundsverket ligger öster om planområdet och fungerar som ett kraftvärmeverk som huvudsakligen producerar fjärrvärme. Verket är i drift året runt, men används oftast för att hantera spetslast. De bränslen som används är olja och naturgas.

3 RISKHANTERINGSMETOD OCH METODIK

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

3.1 BEGREPP OCH DEFINITIONER

Risk definieras som en kombination av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Riskanalys omfattar riskidentifiering och riskuppskattning, vilket innebär att man kartlägger händelseförlopp som kan leda till oönskade konsekvenser och uppskattar sannolikhet och konsekvens för varje scenario.

3.2 METOD FÖR RISKINVENTERING

För att identifiera risker inom planområdet har kartstudier genomförts, och information från olika myndigheter (Göteborgs kommun, Trafikverket, Stena Line, Göteborg Energi och Räddningstjänsten Storgöteborg) har legat till grund för riskinventeringen.

3.3 METOD FÖR RISKUPPSKATTNING

Riskbedömningen baseras i aktuellt fall på kvalitativa bedömningar avseende flertalet risker. Vissa bedömningar av sannolikhet för påsegling utförs dock, samt konsekvensberäkningar för olyckor inom Rosenlundsverket.

Avseende transporter av farligt gods på Andréégatan (E45) är dock bedömningen kvantitativ. Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år (3).

För uppskattning av risknivån kring Andréégatan (E45) har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport (4) beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelsetrödsanalys, 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 riskmåttet individ- och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter på Andréégatan (E45).

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåttet, individ- 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).

3.3.1 Individerisk

Individerisken är ett riskmått som mäter sannolikheten för en persons död på en specifik plats, t.ex. ett visst avstånd från en industri eller transportled, vanligtvis utomhus. Det är en platsspecifik uppmätt som inte är beroende av antalet personer som befinner sig i området. Syftet med individerisken är att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla nivåer av dödlig risk. Detta innebär att riskmålet fokuserar på risken för enskilda individer, oavsett om de befinner sig på ett större eller mindre område.

3.3.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk beaktar konsekvenserna i form av antalet personer som påverkas vid olika olycksscenarier. Detta innebär att hänsyn tas till både befolkningstäthet och eventuella tidsvariationer i befolkningstätheten, till exempel hur antalet personer som påverkas varierar under dagen eller året. För att visualisera samhällsrisk används ofta en F/N-kurva (Frequency/Number), som visar den ackumulerade frekvensen av antalet omkomna (N) för de antagna olycksscenarierna.

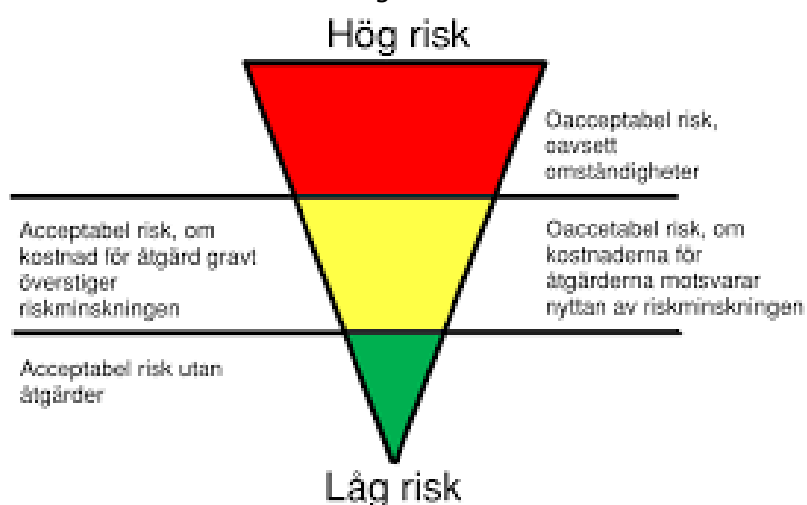
3.4 METOD FÖR RISKVÄRDERING

För kvalitativa eller semikvantitativa riskbedömningar baseras riskvärderingen på erfarenhet, inklusive liknande studier och tidigare utredningar inom området, såsom risker relaterade till älvtrafik och Rosenlundsverket.

Vid bedömning av risker förknippade med transporter av farligt gods på Andréegatan (E45) används både individerisk och samhällsrisk. Detta tillvägagångssätt säkerställer att man tar hänsyn till både risken för enskilda individer och de potentiella konsekvenserna av ett olyckstillbud, mätt i antalet drabbade personer.

3.4.1 DNV:s föreslagna kriterium

På uppdrag av Räddningsverket utvecklade Det Norske Veritas (DNV) riskkriterier för bedömning av individ- och samhällsrisk. Enligt dessa kriterier kan risker kategoriseras i tre grupper: acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Se figur nedan för en illustration av denna indelning.



Figur 4. DNV:s riskkriterium.

Följande tolkningar av riskkriterier rekommenderas:

Oacceptabla risker:

- Riktat in sig på oacceptabla risknivåer och kräver att säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Acceptabla risker med restriktioner:

- Risker i denna kategori anses acceptabla om åtgärder vidtas för att minska riskerna efter bästa förmåga. Används ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable), vilket innebär att riskreducerande åtgärder ska implementeras i syfte att sänka risknivån så långt som rimligt möjligt. Detta inkluderar även att beakta kostnadseffektiviteten av åtgärder genom kostnads-nyttoanalys. Risknivån får inte vara högre än gränsen för acceptabla risker. Risker i detta område ska behandlas med ALARP-principen.

Låga risker:

- Risker i denna kategori bedöms som acceptabla. Ytterligare riskreducerande åtgärder bör dock undersökas. Åtgärder som inte är för kostsamma bör genomföras för att minska risknivån.

Individuell risk:

Dessa kriterier föreslogs av DNV:

- Övre gräns för acceptabla risker (under vissa omständigheter): 10^{-5} / år
- Övre gräns för låga risker: 10^{-7} / år

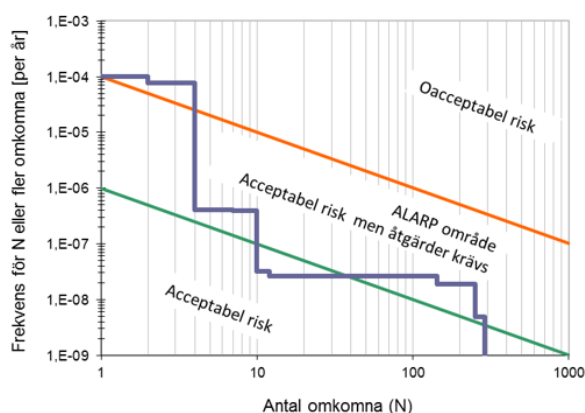
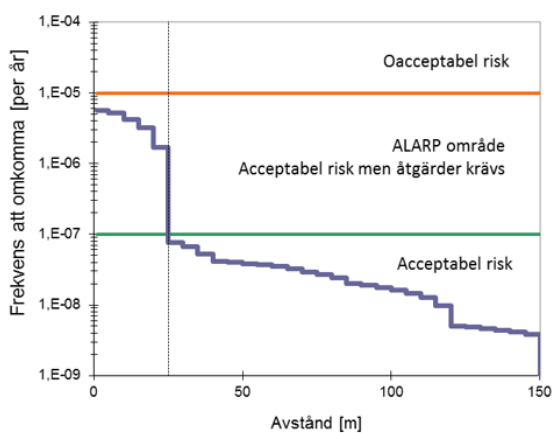
Samhällsrisk:

Dessa kriterier föreslogs av DNV:

- Övre gräns för acceptabla risker (under vissa omständigheter): $F=10^{-4}$ / år
(för $N=1$) med en lutning på F/N-kurva: -1
- Övre gräns för låga risker: $F=10^{-6}$ / år
(för $N=1$) med en lutning på F/N-kurva: -1

Dessa kriterier är avsedda för att bedöma risknivån och avgöra om den är acceptabel. Den övre gränsen är markerad med en röd streckad linje och den nedre med en grön.

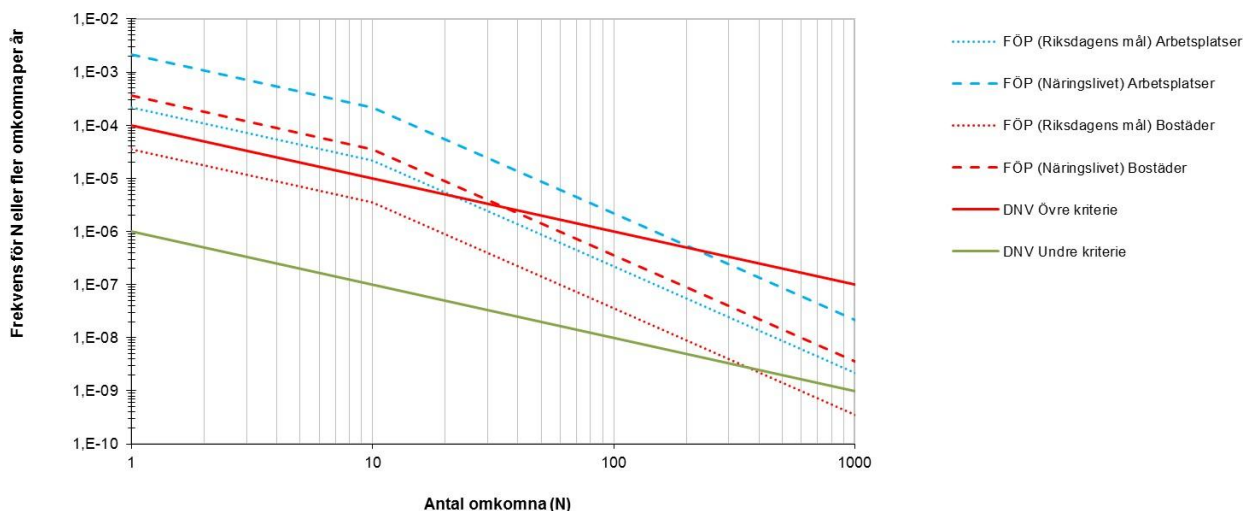
För samhällsrisk rekommenderas att man studerar riskerna per kilometer.



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV.

3.4.2 Mindre avvikelse

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg har föreslagit en modell för att hantera samhällsrisker, som kallas aversionskurvor. Denna modell är avsedd att användas för att bedöma och prioritera risker i en tät bebyggd miljö. FÖP-kriterierna har anpassats för att kunna jämföras med de riskkriterier som DNV föreslagit och åskådliggörs i figur nedan.



Figur 6. Föreslagna kriterier samhällsrisk enligt DNV och FÖP Göteborg.

Samtliga ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen, vid jämförelse med resultatet av riskanalysen för planområdet, för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller inte.

3.5 METOD FÖR IDENTIFIERING AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

När en risknivå är bedömd som ej acceptabel bör identifierade riskreducerande åtgärder föreslås och implementeras. För att identifiera och prioritera åtgärder kan Boverkets och Räddningsverks (nu Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner användas som en utgångspunkt.

Riskreducerande åtgärder ska utformas för att eliminera eller begränsa effekterna av de scenarier som bidrar mest till risknivån. Dessa åtgärder bör vara anpassade till de lokala förutsättningarna. För att värdera och prioritera åtgärdernas effekt kan en kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas.

Efter att de valda åtgärderna genomförts bör risken verifieras för att se om de har nått det önskade resultatet.

4 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas de risker som har identifierats för planområdet. Följande riskkällor har beaktats:

Trafikrelaterade risker:

- Farligt gods-trafik på Andréegatan (E45) till och från Stenas Danmarksterminal.
- Farligt gods-transporter på Göta älv.
- Närheten till Götatunnelns västra mynning.

Sjörisker:

- Påsegling från fartyg på Göta älv.

Industriella risker:

- Hantering av brandfarlig vara vid Rosenlundsverket.

Inga andra riskkällor, såsom farliga verksamheter, Sevesoverksamheter eller bensinstationer, har identifierats i områdets närhet.

4.1 ANDRÉEGATAN (E45)

Den del av Andréegatan (E45) som gränsar till planområdet är inte klassad som en transportled för farligt gods. Dock får farligt gods transporteras på sträckan från Jaegerdorffsmotet, väster om planområdet, enbart den kortaste vägen till och från hamnen vid Masthuggskajen, enligt ett undantag från Länsstyrelsen (5).

Begreppet farligt gods omfattar ämnen och produkter med egenskaper som kan utgöra en risk för människor, miljö och egendom om de inte hanteras korrekt under transport. Transport av farligt gods regleras genom internationella föreskrifter (6) och delas in i nio klasser enligt ADR-S-systemet, baserat på den primära risken med att transportera respektive ämne eller produkt. Tabell 1 visar denna klassindelning samt en beskrivning av möjliga konsekvenser vid en olycka.

Tabell 1. ADR-klasser och beskrivning.

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 (6).	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både 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 (7).
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga	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.

		gaser (klor, svaveldioxid etc.).	
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 peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % 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 (8). 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.

Alla klasser av farligt gods enligt Tabell 1 är inte tillåtna att transporteras på Andréegatan (E45). Enligt ett undantag från lokala trafikföreskrifter, beviljat av Länsstyrelsen (5), får endast de ämnen och volymer transporteras som är godkända enligt IMDG-koden (International Maritime Dangerous Goods) för transport av farligt gods på passagerarfartyg. Detta innebär i korthet att ämnen med potentiellt mycket allvarliga konsekvenser vid en olycka inte får transporteras på fartygen och därmed heller inte till terminalen.

Baserat på de ämnen och volymer som transporteras, samt beskrivningarna i Tabell 1, bedöms följande klasser av farligt gods vara relevanta för fortsatt riskanalys: ADR-S-klass 1, 2, 3 och 5 (se även Bilaga A). Övriga klasser transporteras i begränsade mängder eller bedöms endast ha konsekvenser i direkt anslutning till ett eventuellt olycksfordon.

4.2 GÖTA ÄLV

4.2.1 Transport av farligt gods

Enligt Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transporterleder med farligt gods, bilaga till antagandehandling december 2021 (29), är tät bebyggelse tillåten ner till 10 meter från kajkanten, vilket respekteras i detta fall. Dock finns risker kopplade till genomfartstrafiken av farligt gods på Göta älv.

Transporter av farligt gods på älven sker både som bulk och förpackat gods. RoRo-trafiken vid Frihamnen hanterar farligt gods i förpackad form. Sjötransporter av farligt gods, både i älven och hamnen, regleras av internationella föreskrifter som IMDG-koden för paketerat gods och krav på dubbelskrov för tankfartyg med bulktransporter.

Dubbelskrovskonstruktionen innebär att både botten och sidor har en extra skyddsbarriär, där avståndet mellan de två skroven är 2–3 meter. Denna konstruktion minskar risken för läckage vid en grundstötning, då endast det yttre skrovet vanligtvis skadas.

Även om risken bedöms som låg, kan olyckor med fartyg som transporterar farligt gods ha en påverkan på planområdet.

4.2.2 Påsegling

Göta älv trafikeras årligen av ett stort antal fartyg, inklusive bulkfartyg i Vänertrafik, passagerarfärjor, kryssningsfartyg, Älvsnaabben och fritidsbåtar. Bredden och djupet på farleden varierar längs älven. En specifik maritim riskanalys för Järnvågen har inte genomförts, men en tidigare utredning från 2012 (9) av Skeppsbrokajen, som ligger nordväst om området, identifierade flera riskfaktorer:

- Fartminskningar som påverkar kursstabilitet och styrförmåga
- Explosion eller brand orsakad av gasol i fritidsbåtar
- Mötessituationer mellan stora fartyg (>50 m) eller mellan fartyg av olika storlek, vilket minskar utrymmet för undanmanövrering vid problem
- Påsegling av land eller kajförtöjda fartyg av kanalbåtar >50 meter i med- eller motströms riktning, exempelvis vid blackout, maskinhaveri eller roderfel

4.3 ROSENLUNDSVERKET

Tidigare riskanalyser, genomförda av Sweco i samband med detaljplanearbetet för Skeppsbrområdet (10), har studerat potentiella risker kopplade till Rosenlundsverket. I denna analys genomfördes en workshop med 17 representanter från Göteborg Energi, Älvstranden Utveckling AB, Stadsbyggnadskontoret, Länsstyrelsen, Räddningstjänsten Storgöteborg och Sweco. Händelser som bedömdes kunna orsaka allvarliga skador eller dödsfall analyserades vidare. Endast realistiska scenarier inkluderades, medan extremt osannolika "worst case"-scenarier inte togs med.

Efter analysen har flera säkerhetshöjande åtgärder genomförts vid Rosenlundsverket. En uppföljande PM (11) konstaterade att eventuella åtgärder inom en 100-meterszon från anläggningens ytterväggar bör övervägas vid planeringen av Skeppsbron.

Vid en senare utredning av detaljplanen för Järnvågsgatan med omnejd (12) genomfördes en fördjupad analys av risker kopplade till naturgas och större bränder vid

Rosenlundsverket. Vid denna tidpunkt hade ångsystemet och turbinanläggningen avvecklats. Studien fokuserade på att fastställa lämpliga skyddsavstånd runt anläggningen.

4.4 GÖTATUNNELNS MYNNING

Bränder i tunnlar kan vara komplexa och orsaka omfattande skador. Beroende på brandens intensitet kan både tunnelkonstruktionen, bebyggelsen ovanför samt trafikanter i tunneln påverkas. Götatunneln är klassad som kategori E, vilket innebär att transporter av farligt gods är förbjudna.

Trots detta kan bränder med tunga fordon, såsom lastbilar och bussar, generera extremt höga temperaturer med potential att skada tunnelns konstruktion. Nya typer av drivmedel kan också påverka brandförloppet och intensiteten. En brand i en fordons gastank (exempelvis en gasdriven buss) kan leda till en jetflamma.

Vid tunnel- och rampmynnningar finns en risk att flammor och brandgaser sprids uppåt och påverkar bebyggelsen ovanför. Detta är en viktig aspekt att beakta vid planeringen av området.

5 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

Detta kapitel presenterar den riskuppskattning och riskvärdering som genomförts för de identifierade riskerna, baserat på resultaten i kapitel 4.

5.1 E45/INOM MASTHUGGSTERMINALEN

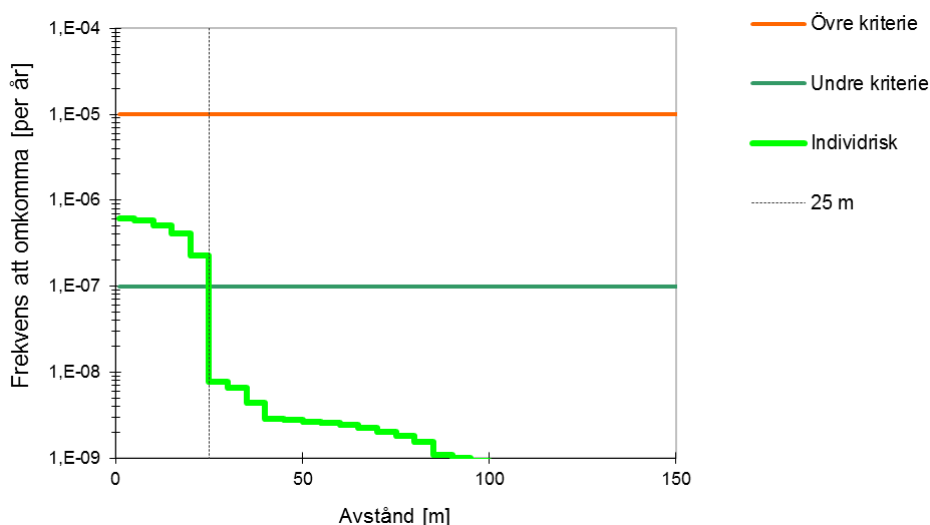
Här redovisas individ- och samhällsrisknivåerna för planområdet, kopplat till identifierade riskscenarier gällande transport av farligt gods på E45/inom Masthuggsterminalen, prognostiserat för år 2035. Risknivåerna utvärderas med utgångspunkt i acceptanskriterierna som definieras i avsnitt 3.4.

Risknivåerna har beräknats med en konservativ ansats, vilket innebär följande:

- Beräkningarna baseras på nationella vägnätets förhållanden (frekvenser och konsekvenser) snarare än de restriktioner som gäller på Stenas Danmarksfärjor. Detta val gjordes för att säkerställa en säkerhetsmarginal, givet osäkerheter i beräkningarna och variationer i ämnens egenskaper.
- En jämnt fördelad persontäthet inom 1 km² kring Andréegatan (E45) antas, trots att befolkningen primärt befinner sig på kajområdet.
- Alla individer inom planområdet antas vara exponerade för olyckor, oavsett om de befinner sig inomhus eller utomhus.

Om de konservativa beräkningarna resulterar i acceptabla risknivåer, bedöms behovet av mer detaljerade studier gällande riskerna från farligt gods-transporter på E45/inom Masthuggsterminalen vara begränsat.

5.1.1 Individrisknivå för farligt gods-transporter

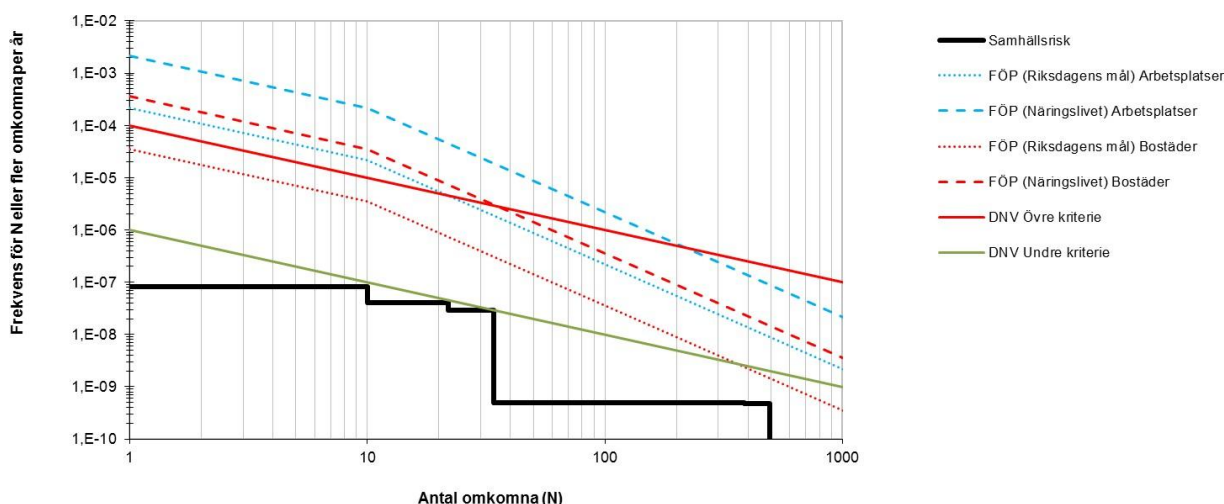


Figur 7. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E45/inom Masthuggsterminalen.

Figur 7 illustrerar individrisknivån för farligt gods-transporter, beräknat från Masthuggsterminalen (inom det vägnät där dessa transporter sker). De horisontella linjerna markerar övre och undre gränsen för ALARP-området (se avsnitt 3.4). Risknivån är låg och acceptabel bortom 25 meter från aktuellt vägnät. Planerad bebyggelse inom Masthugget 29:4 ligger cirka 50 meter från aktuell farligt gods-transport, vilket innebär en låg och acceptabel individrisk.

Notera att detta riskmått inte tar hänsyn till persontäthet, vilket motiverar en analys av samhällsrisknivån.

5.1.2 Samhällsrisknivå för farligt gods-transporter



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E45/inom Masthuggsterminalen.

Figur 8 visar samhällsrisknivån för planområdet. Risknivån bedöms vara acceptabel, både i förhållande till DNV:s och FÖP:s aversionskriterier.

Sammantaget bedöms inga ytterligare riskreducerande åtgärder att krävas för planområdet med avseende på transporter av farligt gods vid Masthuggsterminalen. Detta baseras på det befintliga skyddsavståndet (ca 50 meter) mellan väg där transporter sker och planerade byggnader.

5.2 GÖTA ÄLV

5.2.1 Transporter av farligt gods

Tidigare utredningar indikerar att cirka 10% av de årliga 1800 bulkfartygen som passerar Göta älv och fortsätter till Vänern transporterar farligt gods, huvudsakligen brandfarliga vätskor (klass 3) i laster om 2500 ton. Denna begränsning i lasttypen bedöms vara gynnsam, då spridningen vid eventuella läckage begränsas till ett relativt litet område jämfört med exempelvis giftiga gaser.

En riskanalys för det flytande hotellet F/H Astoria i Göta älv (13) uppskattade sannolikheten för utsläpp till följd av kollision med fartyg som transporterar farligt gods. Modellen tar hänsyn till faktorer som antal passager, kursändringar, fartygs- och farledsstorlek samt yttre påverkan. Även om förhållandena skiljer sig från Astoria, ger uppskattningen en indikation på olycksfrekvensen. Sannolikheten uppskattades till $4 \cdot 10^{-8}$ per år, vilket anses vara mycket lågt. Dessutom är farleden utanför planområdet bredare än vid Astoria, vilket ytterligare minskar risken.

Mot bakgrund av ovanstående bedöms sannolikheten för allvarliga skador på fartyg, som leder till läckage, vara mycket låg, särskilt med tanke på fartygens låga hastigheter. Skador vid grundstötning eller kollision antas primärt begränsas till plåtskador. Bulkfartygen är dessutom försedda med dubbelskrov.

Eftersom det huvudsakligen är brandfarliga vätskor (klass 3) som transporteras, krävs att godset kommer relativt nära planområdet för att orsaka personskador. Detta kan ske genom att ett läckande fartyg kommer nära eller att läckande vätska flyter nära. Risken för antändning bedöms vara låg på grund av begränsade tändkällor.

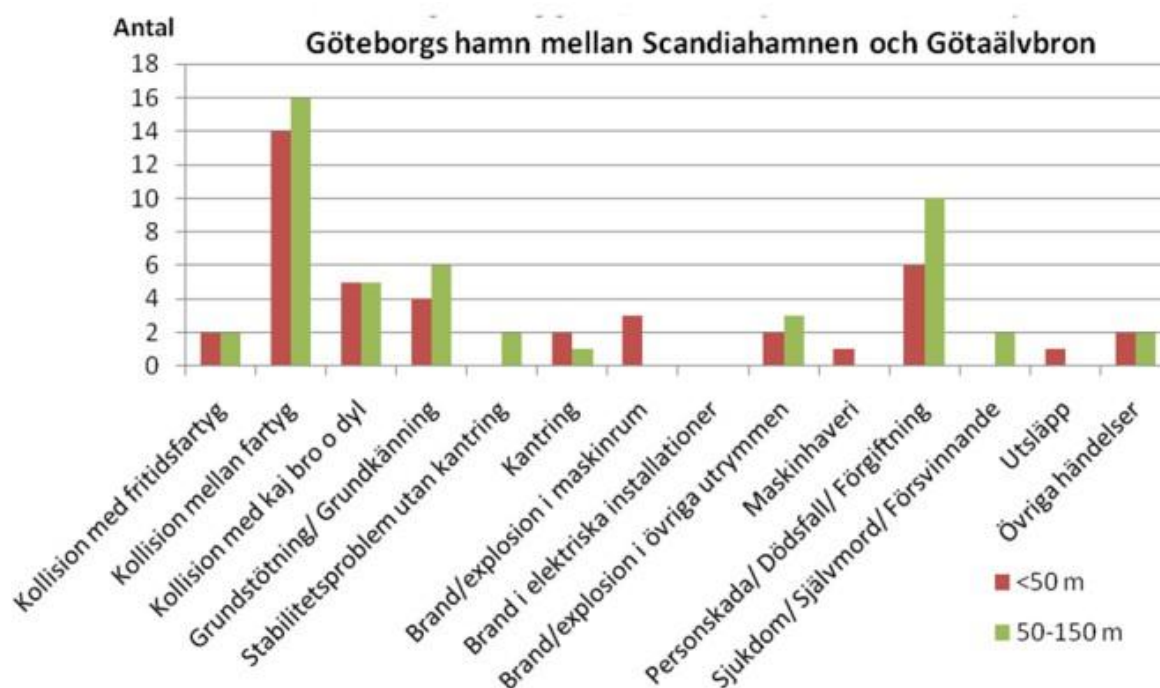
En annan möjlig olycka är en storbrand ombord, som skulle kunna påverka lasten. De flesta fartyg är utrustade med skyddssystem (t.ex. sprinklers). Risken för en storbrand i höjd med planområdet bedöms vara mycket liten. Även om en brand skulle kunna orsaka obehag (t.ex. rök), bedöms risken för personskador i form av dödsfall vara låg.

Sannolikheten för en farligt gods-olycka på Göta älv som leder till personskador på planområdet bedöms vara mycket låg. Detta scenario kommer därför inte att analyseras vidare. Motiveringen är den bedömda sannolikheten från tidigare riskanalyser, den gynnsamma lasttypen, fartygens konstruktion, antändningsrisken och det befintliga skyddsavståndet om 10 meter från kajkanten.

I en riskanalys för Nya Göta Älvbron (14) bedöms risken för farligt gods-olyckor vara försumbar jämfört med andra risker. En sammantagen bedömning är därmed att denna risk avskrivs.

5.2.2 Påsegling

En marin riskbedömning för Skeppsbrokajens utbyggnad (9) visade att cirka 20 olyckor (kollision med kaj, bro eller liknande, samt grundstötning) inträffade på älven mellan 1984-2009 (mellan Scandiamhamnen och Götaälvbron).



Figur 9. Antal olyckor uppdelade efter typ (1984-2009) (9).

Olycksfrekvensen för påsegling (fartyg ur kurs) beräknades till 0,05 per år per km farledssida. För en pir på ca 200 meter beräknas en förväntad frekvens på 0,01 påseglingar per år, vilket motsvarar en returperiod på cirka 100 år.

Stora skador på kajen kan uppstå vid påsegling av stora fartyg.

Kajen måste anpassas till gällande farledsregler och påverkan på sjötrafiken måste hanteras för att garantera sjösäkerheten. Sjöfartsverket ansvarar för farleden och sjösäkerheten. Transportstyrelsen bör konsulteras gällande påverkan på farleden.

5.3 ROSENLUNDSVERKET

5.3.1 Hantering av brandfarlig vara inom Rosenlundsverket

Sweco har analyserat konsekvenserna av identifierade skadehändelser (bränder och turbinkast) inom Rosenlundsverket (12). Inga sannolikheter beräknades; konsekvensavståndet användes i stället.

Värmestrålning är den dimensionerande parametern för alla beräknade scenarier.

Tabellen nedan visar konsekvensavstånd (från riskkällan vid Rosenlundsverket).

Scenarierna "VS" (värsta scenario) och "TS" (troligt scenario) presenteras.

Tabell 2. Konsekvensavstånd från Rosenlundsverket (Riskkällan).

Riskkälla	Naturgas		Acetylen		Gasol		Turbinkast
	VS	TS	VS	TS	VS	TS	
Avstånd	24 m	17 m	28 m	10 m	42 m	11 m	150 m

Tabell 3. Konsekvensavstånd från fasad på Rosenlundsverket.

Riskkälla	Naturgas		Acetylen		Gasol		Turbinkast
	VS	TS	VS	TS	VS	TS	
Avstånd	1 m	- m	23 m	5 m	- m	- m	140 m

Turbinkast genererar längst konsekvensavstånd (150 meter). Eftersom turbinerna inte är i drift för närvarande, och framtida drift är osäker, bedöms turbinkast inte vara relevant vid bestämning av konsekvensavstånd. Det faktiska avståndet till Masthugget 29:4 från Rosenlundsverket är upp mot 500 meter och således utgörs inte Rosenlundsverket någon risk för aktuell detaljplan.

5.4 GÖTATUNNELNS MYNNING

5.4.1 Brand under överdäckning

Dimensionerande brandscenario för Götatunneln är 100 MW (15). Jämförelser har gjorts med brandskyddsdokumentationen för Norra och Södra länken. En effektutveckling om 100 MW bedöms vara tillräcklig och motsvarar liknande projekt. Om bensintransporter tillåts, kan dock effektutvecklingen behöva ökas (16). Avståndet från Masthugget 29:4 till Götatunnelns mynning uppgår till ca 300 meter. Mellan Mynningen och Masthugget 29:4 är det dessutom uppfört en hel del ny bebyggelse samt befintligt parkeringshus (Koffen), varpå risker med kraftigt brandscenario i tunneln inte nämnvärt påverkar planerad bebyggelse på Masthugget 29:4. Således avskrivs denna risk för aktuell detaljplan.

6 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Riskreducerande åtgärder fastställs utifrån det aktuella planförslaget samt vägledning från Boverkets och Räddningsverkets rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (17). Föreslagna åtgärder syftar till att eliminera eller begränsa effekterna av de scenarier som bedöms ha störst påverkan på risknivån.

6.1 BEHOV AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Utifrån riskuppskattningen i kapitel 5, framkommer det att flertalet av de aktuella riskerna i området har liten eller försumbar påverkan på aktuell detaljplan. I likhet med omliggande detaljplans (Blandstad Järnvågsgatan mfl 18) västra del utgör generellt brand på eller i anslutning till Andréégatan (E45) den händelse som ger konsekvens på aktuell detaljplan.

6.2 FÖRSLAG AV RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

För att minimera riskerna inom planområdet föreslås åtgärder. Eftersom de identifierade riskkällorna inte kan påverkas inom ramen för detaljplanen, ligger fokus främst på att begränsa konsekvenserna av eventuella olyckor. Confire AB bedömer att de föreslagna åtgärderna är rimliga med hänsyn till den aktuella risksituationen.

- Utrymningsvägar bör placeras så att de leder bort från Andréégatan (E45)
- För att minska risken för inläckage av giftiga brandgaser bör fasader mot Andréégatan (E45) vara täta, och friskluftsintag placeras högt och på den oexponerade sidan. Detta är även gynnsamt för luftkvaliteten i området med hänsyn till avgaser och partiklar.

7 DISKUSSION OCH OSÄKERHET

Riskbedömningar av detta slag är alltid behäftade med en viss osäkerhet, även om graden varierar. Faktorer som kan påverka resultatet inkluderar kvaliteten på det underlagsmaterial som används samt de beräkningsmodeller som analysen bygger på.

För att undvika en underskattning av risknivån inom området har konservativa antaganden gjorts. Därför bedöms behovet av känslighetsanalyser vara begränsat, då mindre variationer i indata sannolikt inte skulle leda till en annan slutsats än den som framkommit genom de genomförda beräkningarna.

Risikanalyser av denna typ kan präglas av brist på relevanta data, behovet av att göra antaganden och förenklingar samt svårigheter att erhålla tillförlitliga uppgifter. Dessa utmaningar kan leda till att olika analyser och analytiker ibland når skilda resultat, beroende på skillnader i antaganden, metoder eller ingångsdata.

Systematiska risikanalyser är att föredra framför mer informella eller intuitiva metoder för att hantera den omfattande, men ofullständiga, kunskapen om risker kopplade till farligt gods. Genom att använda etablerade riskanalysmetoder, såsom de som beskrivs i VTI Rapport 389:1 och som tillämpats i detta projekt, säkerställs att befintlig kunskap samlas in, struktureras och analyseras på ett systematiskt sätt. Detta gör det möjligt att identifiera kunskapsluckor, granska och ifrågasätta analysens förutsättningar samt göra eventuella korrigeringar.

Metoden tydliggör även de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika riskbedömningar, vilket minskar risken för missförstånd vid kommunikation mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. På så sätt utgör risikanalyser ett viktigt inslag i den demokratiska processen kring transporter av farligt gods i samhället.

BILAGA A: STATISTISKT UNDERLAG

I denna bilaga presenteras det statistiska underlag som används för att analysera transporter av farligt gods, vilket utgör grunden för framtida bedömningar och beräkningar.

A.1: OLYCKSFREKVENSBERÄKNING

Enligt Räddningsverkets (numera MSB) rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" (4) redovisas metoder för att beräkna frekvensen av trafikolyckor och olyckor involverande transporter av farligt gods på väg. Rapporten sammanfattar information från Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI) och beskriver en modell, benämnd VTI-modellen, som analyserar och kvantifierar sannolikheten för olycksscenarier kopplade till transport av farligt gods under svenska förhållanden.

Vid uppskattning av frekvensen för olyckor med farligt gods på en viss vägsträcka kan två metoder tillämpas: antingen genom att använda specifik olycksstatistik för den aktuella sträckan, eller genom att basera sig på nationell statistik för liknande vägsträckor. Denna riskanalys baseras på den första metoden. Olycksfrekvensen påverkas av flera faktorer, inklusive vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens design och sträckning.

Beräkningarna av den förväntade frekvensen av trafikolyckor och olyckor med farligt gods grundar sig på trafikflödesprognoser för år 2035. Farligt gods får endast transporteras den kortaste vägen till och från hamnen vid Masthuggskajen längs Andréegatan (E45), baserat på ett undantag från Länsstyrelsen. Dessa transporter avviker från Andréegatan (E45) vid Fiskhamnsmotet och fortsätter inom kajområdet, varefter de når Danmarksterminalen. Transportrelaterade olyckor med farligt gods förväntas enbart inträffa inom terminalområdet, där olycksfrekvensen baseras på aktuell trafikmängd, andel farligt gods, samt vägar och hastighetsbegränsningar.

Det är endast Stena Line som förväntas generera transporter av farligt gods längs Andréegatan (E45) i området. Framöver förväntas Stena Lines kontrakt för Masthuggsterminalen upphöra, vilket medför att all trafik troligen omdirigeras till Majnabbeterminalen (nuvarande Tysklandsterminalen). I dessa beräkningar antas dock verksamheten fortsätta fram till horisontåret 2035 som en konservativ bedömning.

Till Danmarksterminalen seglar färjorna Stena Jutlandica och Stena Danica, vilka har en genomsnittskapacitet av 600 respektive 630 fordon. Under perioden maj-augusti görs sex avgångar dagligen och under perioden september-april fyra avgångar (www.stenaline.se). Vid full kapacitet och lika många avgångar som ankomster genererar detta över 2,1 miljoner fordon per år till och från terminalområdet. En årlig ökning om cirka 1% (används som uppräkningsfaktor för trafiknätet) ger uppskattningsvis 5850 fordon per dag, vilket bedöms vara en konservativ uppskattning.

Antalet transporter av farligt gods baseras på antalet "units" som årligen transporteras till och från Masthuggsterminalen (18). En skattning av 13 transporter per dag anses vara konservativ, eftersom flera "units" kan samlas i en och samma transport.

Tabell 4. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor som involverar ADR-S klassat gods för varje undersökt alternativ.

	E45/Stena
ÅDT [fordon per dygn]	5852
Hastighetsgräns [km/h]	30
Antal fordon med FG	13,2
Olyckskvot	1,5
Andel singelolyckor	0,05
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,01
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	71,0

A.2: FÖRDELNING MELLAN OLIKA ADR-S-KLASSER

Tabell 5 redovisar ett medelvärde av transporter av farligt gods till och från Masthuggsterminalen under 2013–2014 (18). Fördelningarna förväntas inte förändras markant under den studerade tidsperioden.

Tabell 5. Antal transporter av farligt gods samt fördelning mellan ADR-S-klasser för Masthuggsterminalen.

Antal ADR-S klassade transporter per dygn	13
ADR-S klass	
1	0,21%
2.1	5,43%
2.3	0,01%
3	26,52%
5	0,32%
Övriga	67,52%

BILAGA B: FREKVENSBERÄKNINGAR

I frekvensberäkningarna anges en grundfrekvens för olyckor relaterade till transporter av farligt gods längs en 1 km lång vägsträcka baserat på VTI-modellen. Genom händelseträdsmetodik beräknas frekvenser för olika olycksscenarier kopplade till de olika klasserna. Händelseträden kommer att utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S-klass. Frekvenserna anpassas, vid behov, till analysens geografiska avgränsningar.

Stenas färjor till Danmark, som avgår från Masthuggsterminalen, har restriktioner gällande transporter av farligt gods kategoriserade som de mest riskfyllda när det kommer till potentiella konsekvenser vid olyckor. Därför bör följande avsnitt ses som mycket konservativa uppskattningar av frekvenser och konsekvenser, då de ger en generell översikt över olycksscenarier i relation till det nationella vägnätet. Om dessa konservativa uppskattningar ger godtagbara risknivåer för planområdet, behövs inga mer detaljerade studier av risker relaterade till transporter av farligt gods inom terminalområdet. Detta angreppssätt har valts med tanke på den stora variationen av farligt gods, där det inte går att ange en tydlig representant för varje klass. Den konservativa metoden resulterar i försiktigare bedömningar och minimerar risken för underskattningar. Givet det stora osäkerhetsnivåer och mängden antaganden som görs i denna typ av utredning, föreslås ett konservativt förhållningssätt.

I denna reviderade rapport har nyanseringar dock gjorts gällande var transporter äger rum, vägtyper, hastighetsbegränsningar, samt aktuell trafikstatistik för området.

B.1: ADR-S KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNER OCH FÖREMÅL

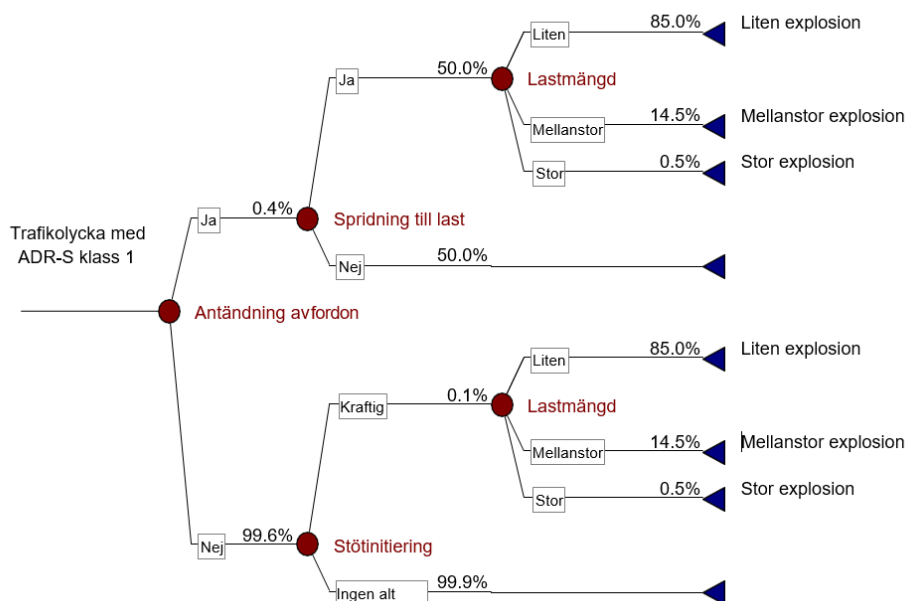
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (6), inkl. sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Dessa varor kan, genom kemiska reaktioner, producera temperatur och tryck som kan påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs tillförsel av tillräcklig energi. En olycka kan, genom kraftiga stötar eller brand, leda till detonation.

B.1.1 Transporterad Mängd

Beroende på de explosiva ämnens kemiska och fysikaliska egenskaper, klassificeras dessa i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt MSB (32) står riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion) för 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen. Riskgrupp 1.1 används som representant vid vidare utredning av ämnen inom ADR-S klass 1. Transporterad mängd påverkar explosionsverkan; den maximala tillåtna mängden av massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter involverar betydligt mindre mängder.

B.1.2 Händelseträd med Sannolikheter

Figur 10 visar sannolikheterna för olika explosiva scenarier vid en olycka med fordon som transporterar explosiva ämnen. Dessa sannolikheter utgör grunden för frekvensberäkningarna och motiveras vidare i texten.



Figur 10. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

B.1.2.1 Antändning av Fordon

Brandsscenarier kopplade till lasten kan uppstå vid olyckor som orsakar brand eller på grund av fordonsfel, såsom överhettade bromsar eller elektriska fel. Tillgänglig statistik är begränsad, men internationella källor (bl.a. från Japan och Tyskland) anger en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer (19). I Sverige uppskattas sannolikheten för att ett fordon inblandat i en olycka ska börja brinna vara omkring 0,4 %. (20)

B.1.2.2 Brandspridning till Lasten

Sannolikheten för att en brand sprider sig till lasten och resulterar i detonation beror på typ av ADR-S klass, det specifika ämnet, brandens omfattning samt mängden transporterat ämne. En fransk studie (18) av fordonsbränder i tunnlar visar att 40% av bränderna släcks av personer på plats, även om krav på handbrandsläckare för transporter av farligt gods innebär en något högre släckningsfrekvens för dessa transporter. Resterande bränder förväntas släckas av räddningstjänsten, men osäkerheter kring insatstider kan göra det omöjligt att förutse att branden alltid hindras från att sprida sig till den explosiva lasten.

Med stöd av resonemang i Göteborgs fördjupade översiktsplan (2) bedöms sannolikheten för brandens spridning, som leder till explosion, vara 50 %. Den aktuella översiktsplanen är inte längre gällande men resonemangen i denna bedöms ändå fortsatt kunna nyttjas för bedömning av sannolikhet av brandspridning till last som leder till explosion.

B.1.2.3 Stöt

En stöt definieras som en kraft med tillräcklig intensitet och hastighet för att initiera en detonation, vilket kräver kollisionshastigheter på flera hundra m/s (21). Det finns dock begränsad information om hur stor krockvåld som behövs för att en detonation ska initieras i det transporterade godset. HMSO (22) anger att sannolikheten för en stöt-initierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. Givet utvecklingen inom fordonsdesign och trafiksäkerhet under det senaste decenniet antas den faktiska risken vara lägre och bedöms till 0,1 %.

B.1.2.4 Fördelning mellan Lastmängder

Genomfartstrafik och transporter till centrallager bedöms oftast användas av maximalt lastade fordon, motsvarande 16 ton med fordon av EX/III-klass. Enligt intervjuer med transportörer utgör denna typ av trafik cirka 0,5 % av alla transporter av farligt gods, och transporter med 16 ton bedöms vara mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Kontrollerad statistisk fördelning av vikter uppgår enligt Polisens tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Baserat på dessa uppgifter antas fördelningen av lastmängder i Tabell 6 nedan, som representerar den viktade medelvärde.

Tabell 6. Fördelning mellan lastmängder vid ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd
Mycket stor	16 000 kg	0,5 %	16 000 kg
Medelstor	500 – 5 000 kg	14,5 %	1 500 kg
Liten	<500 kg	85 %	150 kg

B.2: ADR-S KLAS 2 – GASER

ADR-S klass 2 inkluderar rena gaser, gasblandningar samt blandningar av gaser med andra ämnen. Gaser klassas i olika riskgrupper baserat på deras farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2), och giftiga gaser (riskgrupp 2.3) (6). Transportvolymen kan uppgå till cirka 30 ton, och den största skada vid en olycka orsakas av kondenserade gaser (i flytande form vid högt tryck), brandfarliga eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 mer detaljerat.

B.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga Gaser

Riskgrupp 2.1 inkluderar brandfarliga gaser som väte, propan, butan och acetylen. Den primära risken här är brand, och dessa gaser är vanligtvis inte giftiga. Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas som har stor transportvolym på väg.

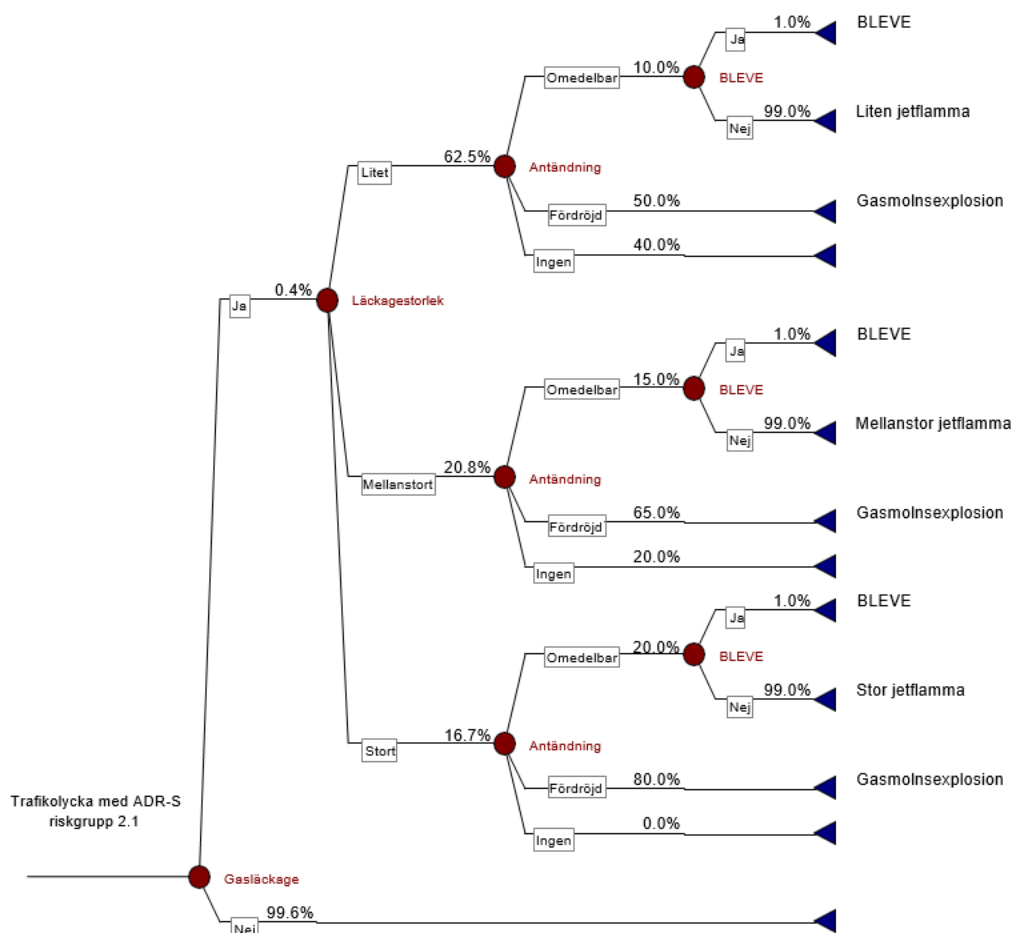
För brandfarliga gaser uppstår konsekvenser för människor ofta först efter att utsläppet antänts. Tre scenarier kan förutses beroende på typen av antändning: direkt antändning resulterar i jetflamma, medan en av fördröjd antändning kan leda till ett brännbart gasmoln. Det tredje scenariot involverar en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

B.2.1.1 Representativt Ämne

Gasol bedöms som representativt ämne för beräkningarna, eftersom dess låga brännbarhetsgränser och vanliga transport i tryckkondenserad form gör det till ett konservativt val.

B.2.2 Händelseträd med Sannolikheter

Figur 11 visar sannolikheterna i händelseträdet som används för olyckor involverande fordon med brandfarliga gaser. Dessa sannolikheter motiveras i den efterföljande texten.



Figur 11. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

B.2.2.1 Gasläckage

Gaser transporteras vanligtvis under tryck i tankar med större tjocklek och därmed högre hållfasthet (18). Erfarenheter från utländska studier visade att läckage är 1/30 av nivån för läckage i tankbilar med ADR-S klass 3 (4), vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,12 \cdot 1/30 = 0,4 \%$.

B.2.2.2 Läckagestorlek

Läckaget från en olycka med transport av brandfarlig gas kan variera; små, medelstora eller stora utsläpp definieras utifrån massflöde: 0,09 kg/s (litet), 0,9 kg/s (medelstort) och 17,9 kg/s (stort). För gasol har läckagearean beräknats till 0,1; 0,8 och 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankar bedöms sannolikheter för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % (4).

B.2.2.3 Antändning

Vid läckage av brandfarlig gas finns det risk att gasen antänds. Antändningen kan ske direkt (10%) eller vara fördröjd (50%); ingen antändning uppstår i 40 % av fallen för läckage mindre än 1500 kg. För större läckage är sannolikheterna 20 %, 80 % och 0 % för direkt, fördröjd och ingen antändning, vilket används för stort läckage. För medelstora läckage används medelvärdet som en rimlig antagande.

B.2.2.4 BLEVE

En BLEVE kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas snabbt värms upp, vilket kan leda till att tanken rämnar. Det krävs en direkt antändning vid en intilliggande tank för att detta ska inträffa, och sannolikheten för detta sammanfall bedöms vara mycket låg, ungefär 1 %.

B.2.3 ADR-S Riskgrupp 2.3 – Giftiga Gaser

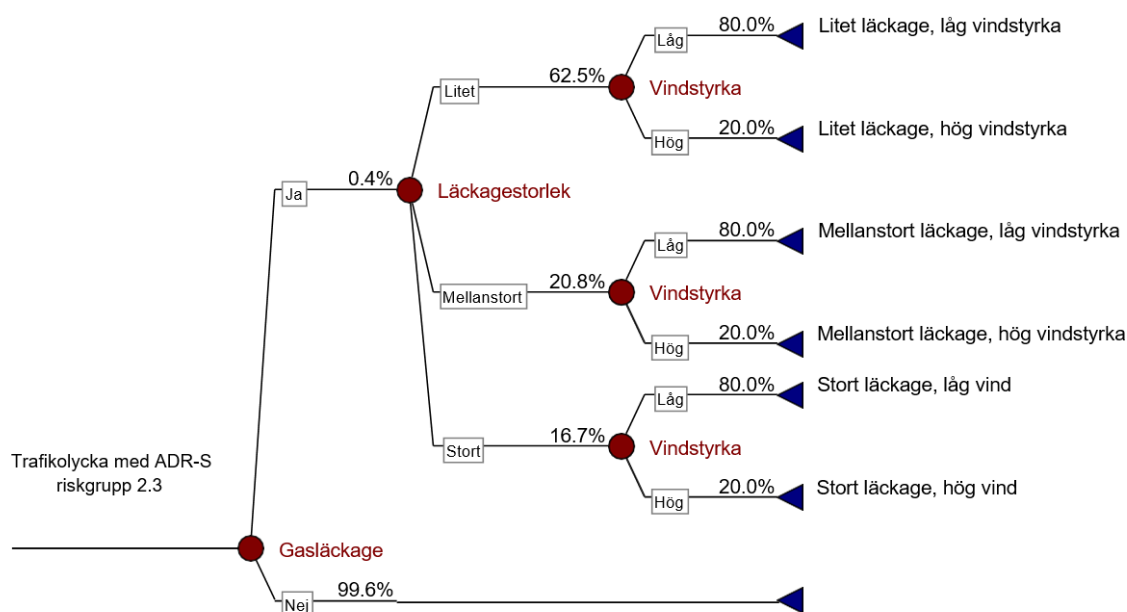
Riskgrupp 2.3 inkluderar giftiga gaser som ammoniak, fluorväte och svaveldioxid, vissa av dem är också brandfarliga.

B.2.3.1 Representativt Ämne

Analysen baseras på IDLH-värdet (Immediately Dangerous to Life and Health), vilket beskriver dålig koncentration av gaser som ger upphov till omedelbar fara för liv eller ger irreversibla skador. Svaveldioxid är den mest toxiska gasen som transporteras på väg och kommer att beaktas i fortsatta analyser.

B.2.4 Händelseträd med Sannolikheter

Figur 12 visar sannolikheterna inom händelseträdet som används för olyckor involverande bilar med giftiga gaser.



Figur 12. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

B.2.4.1 Gasläckage

Sannolikheten att en olycka involverande farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsbegränsning och vägtyp samt transportens specifika omständigheter. Gasers transport sker under tryck och sannolikheten för läckage från tankar bedöms sänkt till $1/30$, vilket ger $0,12 * 1/30 = 0,4\%$.

B.2.4.2 Läckagestorlek

Läckaget vid olyckor med giftig gas kan också kategoriseras i små, medelstora eller stora, med samma utsläppsstorlekar som angivits för brandfarliga gaser. Vid läckage kan sannolikheter för storlekar anges som 62,5 %, 20,8 % och 16,7 %.

B.2.4.3 Vindstyrka

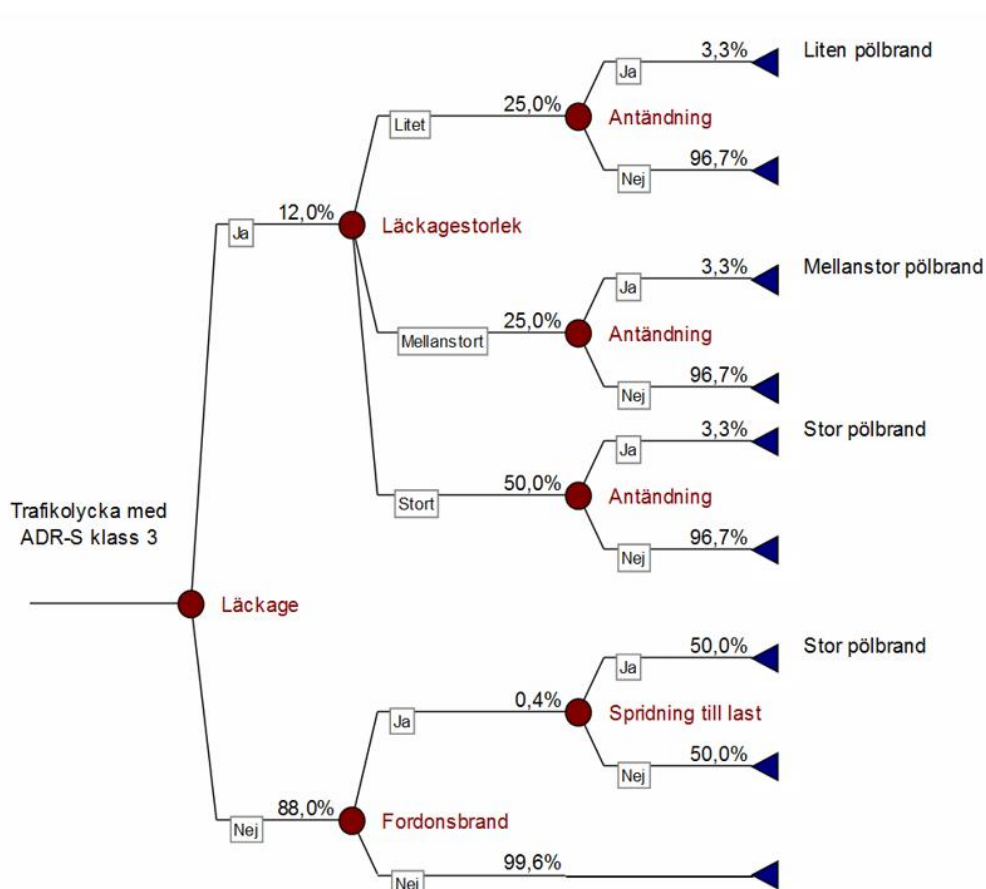
Vindhastigheten påverkar hur snabbt gaser blandas med den omgivande luften. En medelvindhastighet för Sverige har beräknats till 4 m/s, och sannolikheten för hög hastighet (>4 m/s) antas vara 20 %, medan låg (<4 m/s) är 80 %.

B.3: ADR-S KLAS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor som bensen, diesel, eldningsolja och lösningsmedel. Majoriteten av transporter av farligt gods avser brandfarliga vätskor.

B.3.1 Händelsesträd med Sannolikheter

Figur 13 visar sannolikheterna relaterade till olyckor med fordon lastade med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 13. Händelsesträd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

B.3.1.1 Läckage

Sannolikheten att en trafikolycka med farligt gods leder till läckage antas vara 12% (6).

B.3.1.2 Läckagestorlek

Omfattningen på ett läckage varierar baserat på tankbilens storlek och vilken typ av gods som transporteras. Sannolikheten för läckage med olika storlekar från tankbilar uppgår till 25 % (litet), 25 % (medelstort) och 50 % (stort). Dessa läckage definieras av pölstorlekar på 50 m² (litet), 200 m² (medelstort) och 400 m² (stort).

B.3.1.3 Antändning

Sannolikheten för att antändning uppstår vid ett läckage av bensen antas till 3,3 %.

B.3.1.4 Fordonsbrand

Enligt tidigare antaganden är sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordonet 0,4 %. Denna brand kan sprida sig till lasten med en sannolikhet av 50%.

B.4: ADR-S KLAS 5 – OXIDERANDE ÄMNER OCH ORGANISKA PEROXIDER

ADR-S klass 5 delas in i oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

B.4.1 Allmänt om ADR-S Riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande och kan, genom att avge syre, initiera brand och i vissa fall detonera (6). Ammoniumnitrat (AN) är ett vanligt exempel som finns i många gödningsmedel och kan explodera under vissa förhållanden.

B.4.2 Allmänt om ADR-S Riskgrupp 5.2

Organiska peroxider kännetecknas av instabila struktureringar som kan resultera i explosionsartat sönderfall vid värme eller kontakt med främmande ämnen. Vid förvaring i behållare kan explosion uppstå om trycket ökar för snabbt, men detta gäller endast för en av de sex ämnena i riskgruppen.

B.4.2.1 Transporterade Mängder och Representativt Ämne

Ammoniumnitrat anses vara ett representativt ämne för ADR-S klass 5 då det transporteras i stor mängd och med hög oxiderande förmåga.

B.4.2.2 Händelseträdd med Sannolikheter

Figur 14 visar ett händelseträdd som beskriver vad som kan hända efter en olycka med fordon lastat med ammoniumnitrat. Sannolikheterna som anges motiveras i texten.

B.4.2.7 Antändning av Fordon vid Olycka

Sannolikheten för brand i ett fordon vid olycka är, enligt tidigare beräkningar, omkring 0,4%.

B.4.2.8 Brandspridning till Lasten

För en explosiv process krävs energi i form av brand eller detonation. Sannolikheten för att en brand sprids till lasten bedöms vara 50 %.

B.4.2.9 Kritisk Påverkan på Last

Enligt uppgifter måste temperaturen överstiga 190 °C för att en explosion av ammoniumnitrat ska kunna ske, och explosiva processer som initieras av brand bedöms ha en lägre sannolikhet (0,5 %) jämfört med andra antändningskällor.

B.5: ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN

Grundfrekvensen för olyckor gäller för en 1 km lång vägsträcka, och frekvensen justeras beroende på hur stort konsekvensavstånd varje olycksscenario skapar (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga C).

BILAGA C: KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Tabell 7 sammanfattar de identifierade scenarier som kan leda till dödliga konsekvenser. För explosionerna finns det två olika konsekvensindex, vilket beror på att två separata konsekvensavstånd skiljer sig åt, en detalj som diskuteras närmare i avsnitt C.2. Kriterier och avstånd för varje scenario presenteras i de följande avsnitten, indelade efter ADR-S klass.

Det är viktigt att notera att på Stenas Danmarksfärjor, som avgår från Masthuggsterminalen, finns det restriktioner för transporter av farligt gods som tillhör de kategorier som har de mest allvarliga potentiella konsekvenserna vid olyckor. Därför ska kommande avsnitt betraktas som mycket konservativa skattningar av frekvenser och konsekvenser, eftersom de ger en övergripande bild av olycksförloppet ur ett nationellt perspektiv. Om de konservativa uppskattningarna enligt denna modell indikerar acceptabla risknivåer för planområdet, uppstår inget behov av mer detaljerade studier av riskerna kopplade till transporter av farligt gods längs Andréégatan (E45).

Tabell 7. 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.2. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

Den påverkan som kan uppstå på människor som följd av tryckvågor delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador inkluderar sprickor i trumhinnan och lungskador. Indirekta skador kan inträffa när människor kastas i väg av explosionen (tertiära skador) eller när föremål som splittrester kastas mot människor (sekundära skador).

Sannolikheten för att individer träffas av splitter bedöms vara låg, vilket gör att antalet dödsfall orsakade av splittersverkan förväntas bli begränsat. Totalt bedöms riskbidraget från splittersverkan vara försumbart. När det gäller trycknivåerna och de direkta skadorna som de orsakar, går gränsen för lungskador vid cirka 70 kPa, medan direkt dödliga skador kan inträffa vid 180 kPa. Dessa värden avser direkt tryckpåverkan, som människokroppen har en relativ tolerans mot. Tertiära skador (där individer kastas i väg av explosionen) bedöms kunna leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har generellt en låg trycktålighet och skadas allvarligt eller rasar vid tryck mellan 15-40 kPa. En nivå av 20 kPa anses representativ för när byggnader får skador.

Sammanfattningsvis bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödliga effekter beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts för konsekvenserna:

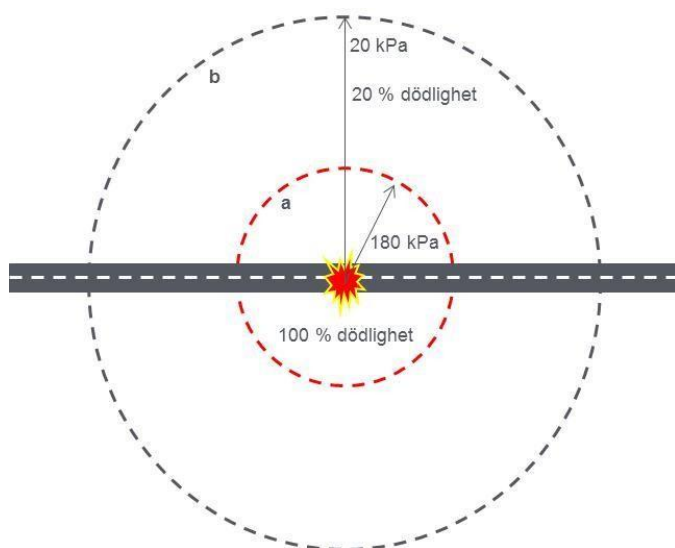
- I området där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- I området där trycket ligger mellan 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avståndet till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet med figur 16.

Genom beräkningar i konsekvensanalysen av explosioner (25) har avstånd för vilka tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilket redovisas i Tabell 8. Denna analys tar inte hänsyn till egendomsskador som kan uppkomma på ännu längre avstånd.

Tabell 8. Avstånd där personer bedöms kunna omkomma för olika lastvikter av ADR-S klass 1-gods. Explosionen antas ske vid vägtransport nära marken, vilket ger full markreflektion, det vill säga halvsfärisk utbredning av luftstötvågen.

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 16. Effekten av en explosion har delats upp i två zoner, där sannolikheten för dödsfall varierar.

C.3. ADR-S KLAS 2 – GASER

En avgörande faktor för spridningen av en gas vid läckage är vindens påverkan, vilket gäller både för scenarier med brandfarliga och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppträder i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område, minskas frekvensen för respektive scenario baserat på den ungefärliga spridningsvinkeln av konsekvensområdet.

Samtliga vindriktningar anses ha samma sannolikhet, vilket betyder att konsekvensområdets utbredning bedöms vara likvärdig i alla riktningar från läckaget.

C.4. ADR-S RISKGRUPP 2.1 – BRANDFARLIGA GASER

Vid beräkning av konsekvenserna av en olycka med utsläpp av brandfarlig gas (gasol) antas det grovt att alla transporter sker med tankbilar, där mängden gas i varje tankbil är 25 ton. Programmet "Spridning Luft" (26) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har beräknats baserat på det massflöde av gasol som anges i för respektive storlek. Vid varje hålstorlek har en sannolikhet tilldelats.

Tabell 9. Beräknad 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

Beräkningarna baseras på följande antaganden:

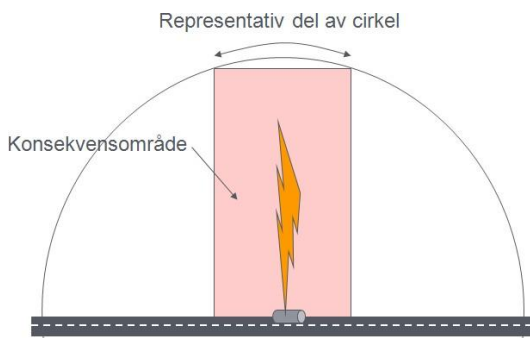
- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

C.5. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i "Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor" (27). Den antagna mängden gasol i detta exempel är 25 ton i en lastbil, vilket resulterar i ett beräknat avstånd där personer förväntas omkomma, satta till 170 m.

C.6. JETFLAMMA

En jetflamma kan uppstå vid ett utsläpp av en brännbar gas som antänds och förbränns i samband med läckaget. En kraftig stående flamma uppstår när gasen pressas ut från kärlet. Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats enligt exempel 11.3.3 i "Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor" (27), där flammans längd och bredd räknas ut. Beräkningsmetoden i "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis" (28) används sedan för att beräkna riskavståndet där 50 % av personer förväntas få dödliga skador från strålning inom 10 sekunder. Eftersom konsekvensområdet inte är cirkulärt, används en metod med en representativ del av en cirkel för frekvensreduceringen, vilket framgår av Figur 17.



Figur 17. Förhållandet mellan konsekvensområdet och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering kopplad till jetflamma.

C.7. GASMOLNEXPLOSION

En gasmolnexplosion kan inträffa vid en fördröjd antändning av utsläppt gas som har spridit sig och inte längre är under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen och påverkas av många faktorer såsom vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet.

Vid antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. Konsekvenserna i det område där detta inträffar blir mycket allvarliga med dödliga följder. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindrigare, men strålningspåverkan kan fortfarande förekomma.

Spridningen beräknas med hjälp av "Spridning Luft" (26), där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen uppskattas. Detta görs på ett konservativt sätt för att inkludera strålningspåverkan som kan uppstå även utanför den gasvolym som antänds.

Gasmolnexplosionen beräknas med stort läckage, och konsekvensområdet approximativt med en cirkelsektor, som illustreras i Figur 16.

C.8. KONSEKVENSAVSTÅND ADR-S RISKGRUPP 2.1

Nedan presenteras de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

Tabell 10. Beräknade konsekvensavstånd där 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.9. ADR-S RISKGRUPP 2.3

Spridningsberäkningar har genomförts med hjälp av "Spridning Luft" (26). Följande indata har använts: tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål i tanken, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B. För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s.

Konsekvensområdet har approximativt beräknats med en cirkelsektor, och resultaten återges i Tabell 11.

Tabell 11. Konsekvensavstånd för plym av giftig gas.

Utsläpp	Vind [m/s]	Avstånd till <100 ppm [m]	Vinkel [grad]
Litet	2	27	55
	6	29	27,2
Mellanstort	2	88	59,2
	6	96	29,2
Stort	2	458	52,2
	6	461	25,6
Litet	2	27	55
	6	29	27,2

C.10. ADR-S KLAS 3

För brandfarliga vätskor kan skadliga konsekvenser för omgivningen inträffa när vätskan läcker och antänds. Avståndet där personer förväntas omkomma direkt eller till följd av brandspridning till byggnader antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Detta nivå orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (ungefär 2-3 sekunder) samt den nivå som bör underskridas under minst 30 minuter utan särskilda åtgärder för skydd (BBR).

De polstorlekar som antas vid läckage av brandfarlig vätska har uppskattats till 50 m² (litet), 200 m² (mellanstort) respektive 400 m² (stort). I beräkningarna antas att all brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) är bensin, vilket bedöms vara en konservativ bedömning.

Strålningsberäkningar har genomförts via handberäkningar enligt Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (2). Den aktuella översiktsplanen är inte längre gällande men strålningsberäkningarna bedöms fortsatt kunna nyttjas. I tabell 12 redovisas konsekvensområden där personer kan antas omkomma vid olika polstorlekar.

Tabell 12. Avstånd till kritisk strålningsnivå vid halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning $> 15 \text{ kW/m}^2$ 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. ADR-S KLAS 5

Två typer av olycksscenarier med påverkan på omgivningen har identifierats för olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand.

C.11.1.1 Explosion

Konsekvenserna av en explosion med ammoniumnitrat beror i hög grad på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan det antas att tillgången på organiskt material (till exempel fordonsbränsle) är den begränsande faktorn. Det antas att en normal lastbil transporterar 400 liter diesel, vilket resulterar i en ammoniumnitrat- och dieselblandning som kan motsvara upp till 4,1 ton trotyl. Därför används 4,1 ton trotyl som referens vid beräkningen av explosionens påverkan för dessa scenarier, enligt samma metod som används för explosioner i klass 1. Resultaten visar att personer i omgivningen kan omkomma inom drygt 30 meter, medan byggnader kan skadas inom drygt 120 meter.

C.11.1.2 Brand

En brand som involverar ämnen från ADR-S klass 5 är mycket intensiv, då dessa ämnen har brandunderstödjande egenskaper. Grovt kan en sådan brand motsvara en stor pölbrand, såsom dessa bedöms i klass 3, vilket ger ett konsekvensavstånd på 30 meter.

BILAGA D: REFERENSER

1. **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
2. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92. u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
3. **Nystedt, Fredrik.** Riskanalysmetoder. Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
4. **Räddningsverket.** Farligt gods: Riskbedömning vid transport. u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
5. **Län, Länsstyrelsen - Västra Götalands.** Undantag från lokala trafikföreskrifter om förbud mot transport av farligt gods i Göteborgs kommun. 2014-12-22. 258-34609-2014.
6. **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.
7. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
8. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg.VTI-rapport 387:4. u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
9. **AB, SSPA Sweden.** Skeppsbron - Maritim riskbedömning. 2012-01-12
10. **Sweco.** Rosenlundsverket - Risker för tredje man. 2012-06-29.
11. —. Underlag för parallella arkitektuppdrag. 2014-06-18.
12. —. Detaljplan Järvågsgatan och Masthuggskajen - Besiktning och konsekvensberäkningar Rosenlundsverket. 2014-11-07.
13. **AB, FB Engineering.** Riskanalys F/H Astoria, Gullbergskajen. Göteborg : u.n., 2002.
14. **Trafikkontoret Göteborgs Stad.** Ny Götaälvbro - PM Riskanalys Påsegling - Järnvägsplan.2013-03-01.
15. **Brandskyddslaget AB.** Brandskyddsdokumentation Götatunneln, Göteborg. Stockholm : Brandskyddslaget AB, 2008.
16. **Vägverket.** Riskanalys avseende driftskedet, Väg 45, GÖTATUNNELN. u.o. : Vägverket, 2001.
17. **Räddningsverket och Boverket.** Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
18. **WSP.** Riskbedömning för detaljplan. Blandstad för stadsbebyggelse vid Järvågsgatan m.fl., 2015.
19. **Ingasson, Haukur, o.a.** Räddningsinsatser i vägtunnlar. u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
20. **SIKA.** Vägtrafikskador. u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
21. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
22. **HMSO.** Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances. London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
23. **Länsstyrelsen i Skåne Län.** Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM). Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods - Skåne i utveckling 2007:06. 2007.
24. **Kylefors, M.** Cost-Benefit Analysis of Separation Distances, a utility-based approach to risk management decision-making, Rapport 1023. u.o. : Avdelningen för brandteknik, Lunds Universitet, 2001.

- 25. **Lamnevik, Stefan.** Konsekvensanalys explosioner. u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
- 26. **MSB.** Spridning Luft. RIB XM. u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- 27. **FOA.** Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE. u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- 28. **CCPS.** Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA. u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
- 29. **Göteborgs Stad.** Översiktsplan för Göteborg – Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transportleder med farligt gods. Upprättad av Norconsult. Bilaga till antagandehandling december 2021.