

RISKBEDÖMNING SÄTERIGATAN

UPPDRAGSNUMMER 1340024000

RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER OCH VERKSAMHETER VID SÄTERIGATAN



2014-10-15

Sweco Environment AB

Mikaela Ljungqvist

Martin Bjarke

Sammanfattning

I samband med detaljplanering för ny bebyggelse vid Säterigatan har Sweco fått i uppdrag av Göteborgs stadsbyggnadskontor att genomföra en bedömning av risker för människor inom planområdet. Detaljplanens syfte är att möjliggöra att Hamnbanan förläggs i tunnel och att skapa en sammanhängande blandad bebyggelse med ca 750 bostäder (bostadsrätter och hyresrätter), 5 000 m² verksamhetsyta, en förskola, parkområden och gator från Säterigatan i norr till Östra Eriksbergsgatan i söder.

En riskinventering har gjorts som visar att de farliga verksamheter som identifierats som betydande för detaljplaneområdet är bensinstationen på Säterigatan samt transport av farligt gods på Hamnbanan.

Syftet med riskbedömningen är att säkerställa att risknivån med avseende på de identifierade riskkällorna är acceptabel för människor som uppehåller sig i planområdet. Förslag på riskreducerande åtgärder för att uppnå detta ges där så anses vara motiverat.

Riskbedömningen för bensinstationen visar att avstånden mellan den planerade bebyggelsen och bensinstationen med god marginal överskrider rekommenderade minsta avstånd enligt befintliga riktlinjer. Risksituationen för människor inom planområdet med avseende på bensinstationen bedöms därför vara acceptabel utan att några vidare riskreducerande åtgärder vidtas.

Beräkningar av riskerna från farligt gods på Hamnbanan visar att individrisknivån i spårens närhet (upp till ca 30 m från spåren) ligger på en nivå där riskreducerande åtgärder bör övervägas. Bortom 30 meter är individrisknivån acceptabel. Därför rekommenderas att marken framför det närmaste bostadshuset (ca 17 meter från tunnelmynningen) utformas på ett sätt så att människor inte uppmuntras till att uppehålla sig där några längre stunder. I det närmaste bostadshuset ska även utrymningsvägar placeras så att det finns möjlighet att utrymma bostäderna på en sida av huset som är vänd bort från tunnelmynningen.

Samhällsrisknivån längs sträckan ligger på gränsen mellan acceptabel risk och en nivå där riskreducerande åtgärder bör övervägas enligt de mest konservativa värderingskriterierna. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder krävs. Däremot bör enligt rimlighetsprincipen risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Det största samhällsriskbidraget kommer från scenarier med stora utsläpp av giftiga gaser för vilka det enligt riktlinjer är orimligt att vidta skadebegränsande åtgärder inom stadsbyggandet i Göteborg.

Sammantaget så bedöms den planerade bebyggelsen möjlig att genomföra ur ett riskperspektiv om hänsyn tas till de åtgärdsförslag som föreslagits.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1 Inledning	3
1.1 Bakgrund	3
1.2 Syfte och mål	3
1.3 Riskdefinition	3
1.4 Tillvägagångssätt	4
1.5 Omfattning och avgränsningar	4
2 Områdes- och nulägesbeskrivning	5
3 Riskinventering	7
3.1 Farligt gods på Hamnbanan	7
3.2 Bensinstation	9
3.3 Övriga riskkällor	10
4 Riktlinjer	11
4.1 Farligt gods	11
4.2 Bensinstation	14
4.3 Värdering av risk	15
5 Riskbedömning farligt gods på Hamnbanan	18
5.1 Individrisk	20
5.2 Samhällsrisk	22
5.3 Osäkerheter	25
6 Riskbedömning bensinstation	27
7 Slutsats och åtgärdsförslag	28
8 Referensförteckning	30

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I samband med detaljplanering för ny bebyggelse vid Säterigatan har Sweco fått i uppdrag av Göteborgs stadsbyggnadskontor att genomföra en bedömning av risker för människor inom planområdet, framförallt från en bensinstation och från transporter av farligt gods på Hamnbanan.

Detaljplanens syfte är att möjliggöra att Hamnbanan förläggs i tunnel och att skapa en sammanhängande blandad bebyggelse från Säterigatan i norr till Östra Eriksbergsgatan i söder.

Trafikverket har beslutat att bygga ut Hamnbanan, som är en utpekad farligt godsled, till dubbelspår och att lägga den del som berör planområdet i tunnel. Detta gör att området kan utvecklas med bostäder och verksamheter och att kajområdena på Norra Älvstranden kan länkas samman med Lundby kyrkby norr om Säterigatan.

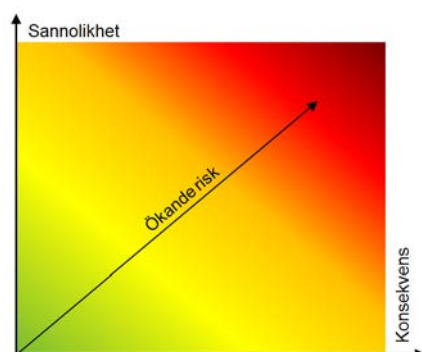
1.2 Syfte och mål

Riskbedömningen ska utreda förutsättningar för etablering och vilka skyddsåtgärder som behöver vidtas i detaljplanen för att kunna tillåta bostäder, kontor/handel, park och parkeringsdäck i området.

Syftet med denna riskbedömning är att säkerställa att risksituationen med avseende på identifierade riskkällor är acceptabel för människor som uppehåller sig i planområdet. Förslag på riskreducerande åtgärder för att uppnå detta ges där så anses vara motiverat.

1.3 Riskdefinition

Risk brukar normalt definieras som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 1-1 illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.



Figur 1-1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.4 Tillvägagångssätt

Riskbedömningen har genomförts i följande steg:

- Områdes- och nulägesbeskrivning
- Riskinventering
- Riskberäkningar
- Riskvärdering
- Beskrivning av osäkerheter
- Riskreducerande åtgärder

1.5 Omfattning och avgränsningar

Denna riskbedömning omfattar eventuella tillståndspliktiga farliga verksamheter och transport av farligt gods inom planområdet och i planområdets närhet som utgör fara för människoliv. I riskbedömningen ingår att beskriva sannolikheten för dödsfall vilket kan relateras till tillgängliga riktlinjer för riskvärdering. Detta antas ge en tillräcklig beskrivning av risker som hotar människor och någon beskrivning av allvarliga personskador görs därför ej.

Riskbedömningen baseras på antagandet att Hamnbanans tunnelutbyggnad är färdigställd och i drift innan inflyttning sker i de planerade bostäderna. Tunneln beräknas vara klar ca år 2021.

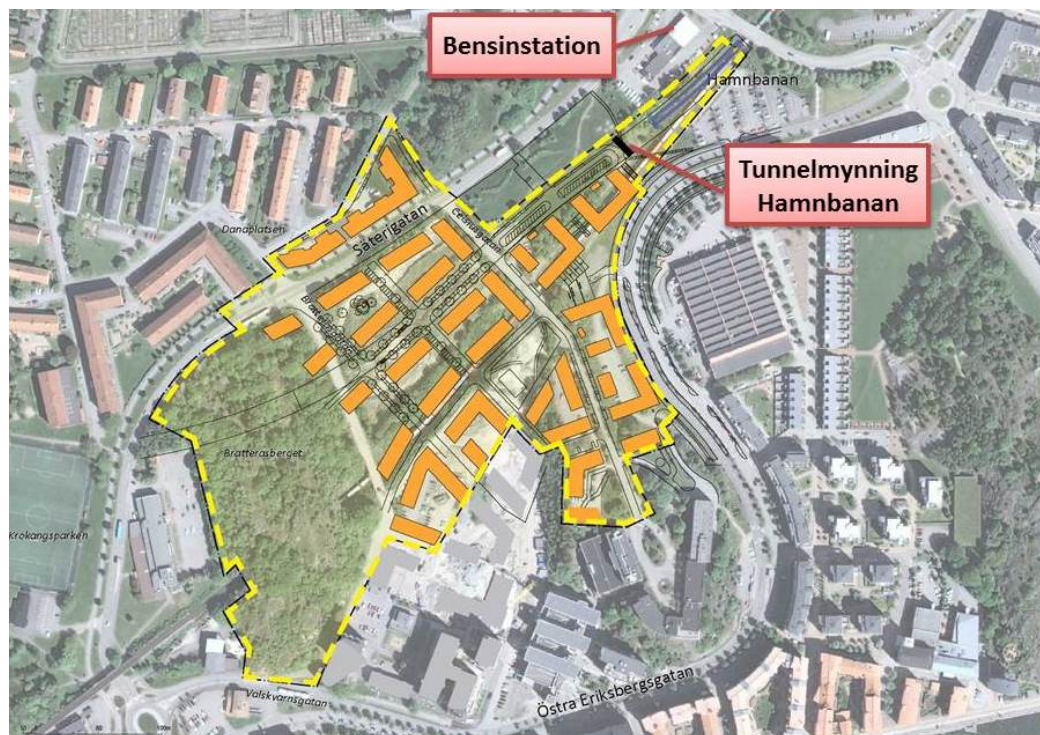
2 Områdes- och nulägesbeskrivning

Planområdet är idag obebyggt och delas av Hamnbanan som utgör en barriär mellan de norra och södra delarna av Eriksberg. Trafikverket planerar att bygga ut Hamnbanan till dubbelspår från Eriksberg till Skandiahamnen, en del av sträckan ska gå i berg- och betongtunnel.

Syftet med utbyggnaden med tunnel är dels att öka kapaciteten på Hamnbanan, dels att minska de faktiska och de upplevda avstånden i området så att det blir lättare att röra sig till fots. Boende på båda sidor om Hamnbanan ska i framtiden få bättre tillgänglighet till området invid älven söder om Hamnbanan respektive till Krokängsparken norr om Hamnbanan.

I samband med att en del av Hamnbanan ska förläggas i tunnel planeras ca 750 bostäder (bostadsrätter och hyresrätter), 5 000 m² verksamhetsyta, en förskola, parkområden och gator vid Säterigatan. Detta görs för att binda samman Lundby kyrkby med området vid Juvelkvarnen och älvstranden. Bebyggelsens höjd planeras bli 4-6 våningar med något enstaka högre hus upp till 10 våningar. Bostäderna ska fördelas på ca 30 bostadshus med plats för totalt uppskattningsvis 1700 personer.

Planområdets läge i förhållande till riskkällorna Hamnbanan och bensinstationen vid Säterigatan visas i Figur 2-1 nedan.



Figur 2-1. Planområdets läge i förhållande till bensinstation och planerad tunnelmyntning för Hamnbanan.

Avståndet från det närmaste planerade bostadshuset är ca 17 meter till tunnelmynningen och ca 100 meter till bensinstationen. Bostadshuset planeras ligga ca 8 meter högre än järnvägen vid tunnelmynningen. I anslutning till tunnelmynningen ska järnvägen gå i tråg ca 20 meter och avgränsas därefter av en stödmur i ca 100 meter.

De planerade bostäderna kommer att ligga ca 1-2 meter högre än bensinstationen.

3 Riskinventering

Riskinventeringens syfte är primärt att kartlägga riskkällor som har betydelse för detaljplanens genomförande, dvs. olyckor relaterat till tillståndspliktiga verksamheter eller transporter av farligt gods som kan orsaka dödsfall hos människor inom planområdet. Vid riskidentifieringen är det viktigt att lyfta fram tänkbara händelser samt lokala förutsättningar som påverkar risknivån.

De riskkällor som identifierats som betydande för detaljplaneområdet är bensinstationen på Säterigatan samt transport av farligt gods på Hamnbanan.

3.1 Farligt gods på Hamnbanan

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Farligt gods delas enligt MSBFS 2012:7 (RID-S)¹ in i nio huvudklasser enligt Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Klasser av farligt gods enligt RID-S.

Klass	Ämnen
1	Explosiva ämnen
2.1	Brandfarliga gaser
2.2	Icke giftiga, icke brandfarliga gaser
2.3	Giftiga gaser
3	Brandfarliga vätskor
4.1	Brandfarliga fasta ämnen
4.2	Självantändande ämnen
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
5.1	Oxiderande ämnen
5.2	Organiska peroxider
6.1	Giftiga ämnen
6.2	Smittförande ämnen
7	Radioaktiva ämnen
8	Frätande ämnen
9	Övriga farliga ämnen och föremål

¹ MSBFS 2012:7, RID-S 2013. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser bortom järnvägens direkta närområde. En motivering till varför övriga klasser inte bedöms utgöra en betydande risk i detta fall presenteras i avsnitt 6 i Bilaga 2.

Det är ytterst få allvarliga farligt godsolyckor som har inträffat i Sverige och inga dödsfall bland allmänheten har orsakats till följd av olyckor med farligt gods på järnväg (Räddningsverket & Banverket, 2007). Det finns säkerhetssystem som ska förhindra att enstaka felhandlingar och felfunktioner leder till allvarliga olyckor och att ingen hittills omkommit i Sverige visar att dessa system hittills fungerat.

Utsläpp av farligt gods kan ske vid kraftig mekanisk påverkan t.ex. i samband med urspårning eller kollision. Läckage från felaktiga vagnar kan också förekomma och om det inte upptäcks i tid kan det i värsta fall ge upphov till eskalerande förlopp med allvarliga konsekvenser.

Transport av farligt gods ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på vagnar och behållare. Vagnarna och behållarnas utformning utgör därför i sig en teknisk riskreducerande barriär. Av detta följer att hastigheten och därmed rörelseenergin hos en vagn till stor del är avgörande för konsekvenserna vid en urspårning eller kollision, eftersom det krävs stor mekanisk påverkan för att ett läckage ska uppstå. Detta innebär att sannolikheten för utsläpp vid urspårningar och kollisioner ökar med ökande hastigheter.

Påkörningar och kollisioner på tågspår är så ovanliga och faktorerna som påverkar sannolikheten för detta så platsspecifika att det saknas statistiskt underlag för beräkningar av detta. Urspårningar bedöms utgöra den största riskfaktorn vid transport av farligt gods och det finns statistiskt underlag för att beräkna sannolikheten för att detta ska inträffa (Fredén, 2001).

3.1.1 Trafikmängder

För beräkning av individ- och samhällsrisk används de trafikmängder på Hamnbanan som prognosticeras för 2041 (vilket motsvarar 20 år från det att tunnelutbyggnaden planeras vara färdig). De variationer i trafikmängd som är aktuella från nuläge och fram till 2041 är inte så stora att de på ett betydande sätt påverkar riskvärderingen för banan. Genom att använda den större trafikmängden säkerställs att riskerna inte underskattas.

Hamnbanans maxkapacitet höjs med utbyggnaden till 200 tåg per dygn. Denna gräns förväntas dock inte nås inom en överskådlig framtid. Prognosen är att antalet tåg kommer att öka från drygt 70 stycken i dagsläget till närmare 90 stycken tåg år 2041 (exklusive lok utan vagnar, s.k. tomlok) per vardagsdygn. Tågen förväntas öka i längd och vikt för båda alternativen (fler vagnar per tåg). Mängden gods förväntas alltså öka även om inte antalet tåg ökar i samma omfattning.

Trafikmängder har enligt den riskutredning som genomförts inom Trafikverkets projekt (Trafikverket, 2014) uppskattats till följande:

- Nuläge: 74 tåg vardagsdygn
- Utbyggt alternativ år 2041: 88 tåg vardagsdygn.

I det utbyggda alternativet kommer längden på tågen att kunna öka från max 650 till max 750. Trafikprognosen bedömer att medellängden ökar från ca 480 till ca 500 fram till 2041.

Trafikering sker på vardagar under dygnets alla timmar. I underlag till den föregående järnvägsutredningen görs en bedömning att ett rimligt antagande är att trafikering sker 5,5 dagar i veckan med tanke på att trafikering sker förhållandevis mycket under helger, storhelger och semestrar. Detta skulle innebära att vardagsdygnstrafiken ska multipliceras med 5,5 dagar * 52 veckor = 286 vardagsdygn/år.

Utifrån statistik för farligt gods för åren 2009, 2011 och 2012, bedöms antalet farligt godsförsändelser per tåg öka från i dagsläget ca 1,5 vagn per tåg till ca 2 vagnar per tåg från dagsläget till 2041.

I Tabell 3-2 redovisas dagens trafikflöde på befintligt enkelspår samt det prognostiserade trafikflödet för nollalternativ och det utbyggda dubbelspåret med tunnel år 2041.

Tabell 3-2. Trafikflöden i nuläge och prognos för år 2041. Alla värden är ungefärliga.

	Nuläge (2013)	Utbyggt (2041)
Tåg/år (ej tomlok)	21 000	25 500
Farligt godsvagnar/år	28 000	51 000

Uppgifter om mängder av de olika klasserna av farligt gods på Hamnbanan har erhållits från Trafikverket. På grund av att uppgifterna är konfidentiella så redovisas inte detta underlag i denna utredning, men uppgifterna används som underlag för beräkning av individ- och samhällsrisk.

3.2 Bensinstation

Hantering av brandfarlig vätska är förknippad med risker för både människor och egendom. Det vanligaste förekommande tillbudet vid en bensinstation bedöms vara mindre spill vid mätarskåpen. Det är t.ex. relativt vanligt förekommande att kunder kör iväg med pistolhandtaget i bilen, att en bensintank är trasig m.m. vilket gör att drivmedel läcker ut. Dessa spill leder sällan till utsläpp över 120 liter och moderna pumpar har normalt en spärr som gör att det inte går att få ut mer än ca 100 liter vid en tankning.

Utsläppet kan bilda en pöl som avger brännbara gas-luftblandningar vilka kan antändas mycket lätt. Antändningen kan ske genom att gas-luftblandningen kommer i kontakt med t.ex. heta motordelar, statisk elektricitet eller en brinnande cigarett.

Den största risken på en bensinstation bedöms vara förknippad med lossning av drivmedel. Ofta ansätts ett dimensionerande scenario att slangens lossnar vilket medför att hela slangens volym rinner ut vilket motsvarar ett spill på 150 liter. Större utsläpp kan däremot ske om inte chauffören lyckas stoppa lossningen.

Även transporter av drivmedel till bensinstationen är en potentiell riskkälla beroende på huruvida transporterarna går via Säterigatan, Östra Eriksbergsgatan eller någon annan väg. Ansvarig hos verksamhetsutövaren har sökt men information om transportvägar och antal leveranser har inte erhållits inom tidsramen för denna riskbedömning.

3.3 Övriga riskkällor

Inventering av övriga riskkällor har gjorts genom att undersöka om det finns några miljöfarliga verksamheter eller Sevesoanläggningar som kan utgöra en allvarlig fara för människors liv i planområdet.

Baserat på sökning i Länsstyrelsens register över tillståndspliktiga verksamheter² görs bedömningen att det inte finns några tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter inom ett sådant avstånd att de bedöms kunna orsaka dödsfall eller allvarlig skada på människor inom planområdet.

Information om Sevesoanläggningar (anläggningar som omfattas av Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor) i Göteborg har hämtat från Räddningstjänsten Storgöteborgs hemsida³. De Sevesoanläggningar som ligger närmast planområdet finns mer än 1 km bort i Rya- och Skarvikshamnen. Anläggningarna hanterar stora mängder petroleumprodukter som utgör en risk för storskaliga bränder eller explosioner.

Vid ofördelaktig vindriktning skulle rök från en omfattande brand vid någon av Sevesoanläggningarna kunna ge besvär för människor som vistas inom planområdet. Anläggningarna ligger dock på ett så stort avstånd att en olycka inte bedöms kunna orsaka allvarliga skador eller dödsfall på människor i planområdet.

En inventering har gjorts över övriga bensinstationer i närområdet. Inventeringen visar att närmaste bensinstation, bortsett från bensinstationen på Säterigatan som hanteras separat, ligger mer än 10 km från planområdet. Kontakt har tagits med verksamhetsutövaren (OKQ8) för två bensinstationer på Gropegårdsgatan och Herkulesgatan vars drivmedelstransporter potentiellt skulle kunna gå på Säterigatan eller Östra Eriksbergsgatan. Verksamhetsutövaren uppger att leveranser av drivmedel till de två stationerna kommer norrifrån via Biskopsgården/Sommarvädersgatan samt att de enda gånger de använder Säterigatan/Östra Eriksbergsgatan är om de har kunder på dessa gator⁴.

² <http://www.geodata.se/GeodataExplorer/>, hämtat den 2014-10-10

³ <http://www.rsgbg.se/Organisationer-och-foretag/Seveso/>, hämtat den 2014-10-10

⁴ Mail 2014-10-14 från Jan Tollstam, Chef Bilförare, Ansvarig transporter OKQ8.

4 Riktlinjer

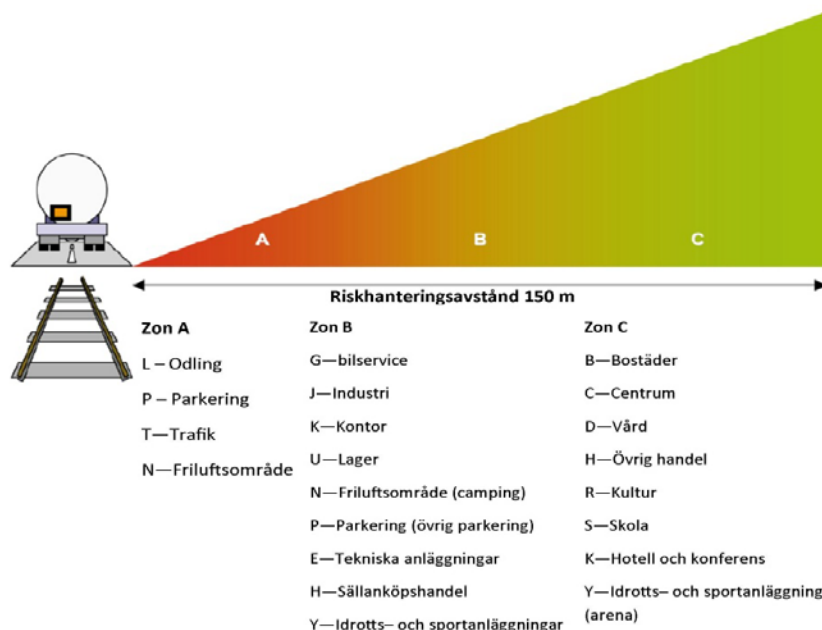
4.1 Farligt gods

Det finns inga nationellt fastställda riktlinjer för hur samhällsplanering ska anpassas till farligt gods. Däremot finns det ett antal regionala och kommunala riktlinjer som flera regioner brukar hänvisa till och som därför kan vara vägledande i denna riskbedömning. Nedan presenteras översiktligt tre rapporter med sådana riktlinjer och vilka skyddsavstånd de rekommenderar mellan bebyggelse och transportleder för farligt gods.

4.1.1 Riskhantering i detaljplaneprocessen

Länsstyrelserna i Skånes län, Stockholms län och Västra Götalands län presenterar i skriften *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (2006) riktlinjer för hur riskhantering bör beaktas vid markanvändning intill transportleder för farligt gods. Där rekommenderas att risker från farligt gods beaktas inom 150 meter från farligt godsled i detaljplaneprocessen. En översiktlig zonindelning för lämplig markanvändning intill transportleder för farligt gods presenteras också. Om marken intill en transportled för farligt gods önskas användas på annat sätt bör riskerna förknippad med denna markanvändning studeras i detalj.

I Figur 4-1 presenteras den rekommenderade zonindelningen. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering.

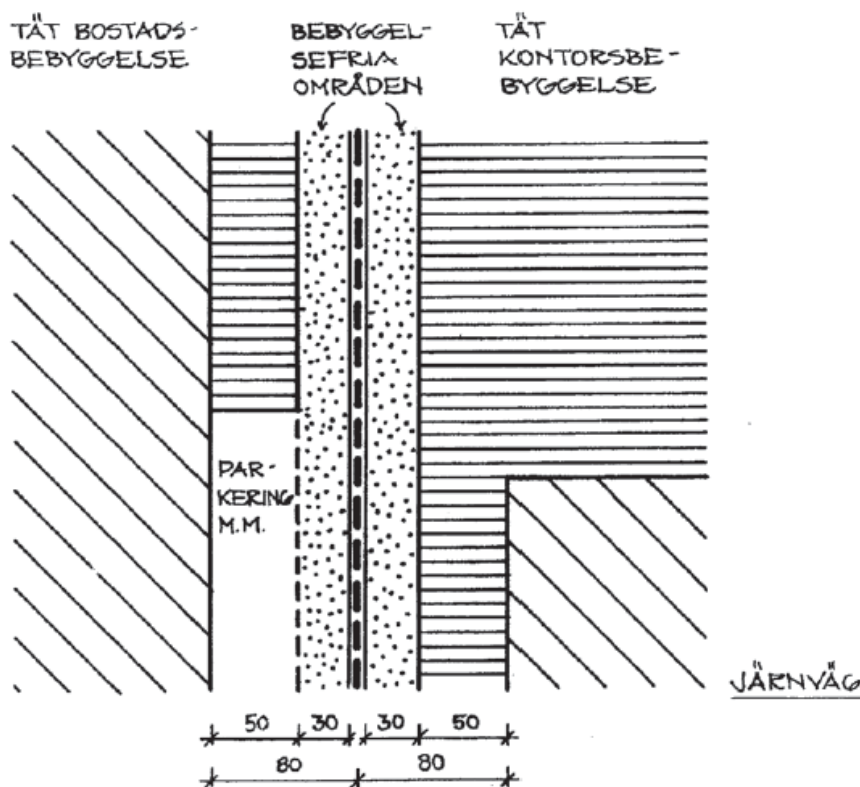


Figur 4-1. Zonindelning för markanvändning intill transportled för farligt gods enligt skriften *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (Länsstyrelsen i Skåne län, Stockholms län, & Västra Götalands län, 2006).

4.1.2 Översiktsplan för Göteborg 1999

I Översiktsplan för Göteborg – fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Göteborgs stad, 1999) presenteras rekommendationer till en fysisk ram kring järnvägar med transporter av farligt gods. Avsikten är att om avstånden mellan bebyggelse och farligt godsled anpassas till den angivna fysiska ramen så ska inte någon ytterligare riskanalys behöva utföras. Riktlinjerna som illustreras i Figur 4-2 anger följande:

- Ett bebyggelsefritt område på 30 meter från järnvägen upprätthålls. Området ska vara utformat så att få människor normalt vistas där. Det ska heller inte innehålla element som kan skada urspårande vagnar eller fordon. Marken ska utformas för att förhindra att bensin eller liknande sprider sig från en eventuell olycksplats.
- Tät kontorsbebyggelse medges fram till det bebyggelsefria området 30 meter från järnvägen.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse medges fram till 80 meter från järnvägen.

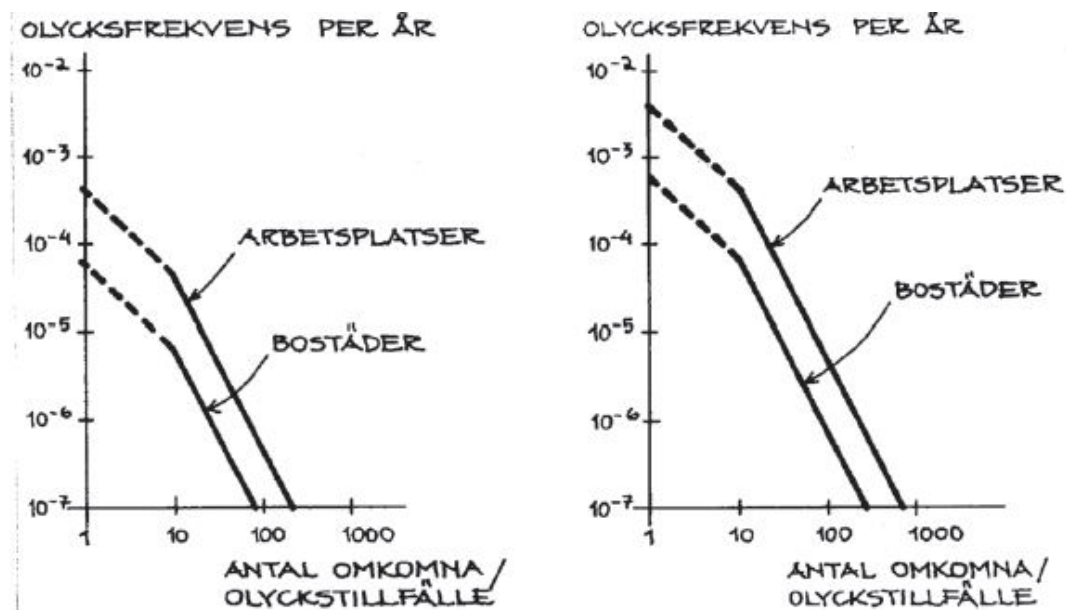


Figur 4-2. Förslag till fysisk ram kring järnväg för farligt gods enligt Översiktsplan för Göteborg – fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Göteborgs stad, 1999). Bostäder medges fram till 80 meter från järnväg.

Extrema scenarion med utsläpp av giftiga gaser skulle kunna få ett betydligt större utbredningsområde och leda till många döda. I riktlinjerna för Göteborgs stad konstateras

dock att dessa extrema konsekvenser är så osannolika att det är resurs- och miljömässigt orimligt att dimensionera skyddsavstånd i detaljplan efter dessa händelser.

Fördjupningen till översiktsplanen presenterar även två alternativa förslag på värderingskriterier för samhällsrisk, se Figur 4-3. Kriterierna gäller per 2 km järnväg med exponering på båda sidorna av riskkällan.

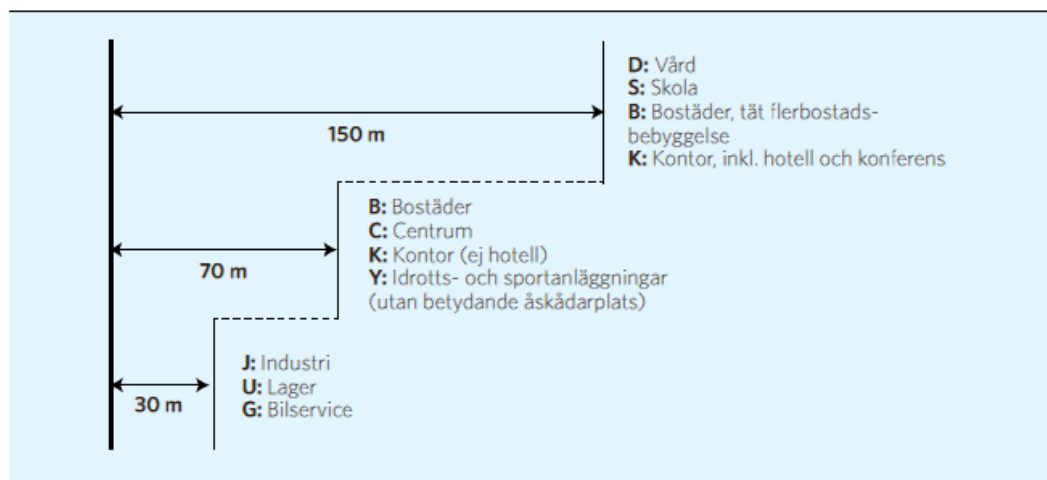


Figur 4-3. Alternativa förslag till målsättning för förnyelseområden i Göteborg enligt (Göteborgs stad, 1999). Till vänster visas ett alternativ baserat på riksdagens mål för trafikolyckor och till höger visas ett alternativ baserat på synpunkter från näringslivet. Kriterierna gäller per 2 km järnväg med exponering på båda sidorna av riskkällan.

4.1.3 Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen

Länsstyrelsen i Skåne läns rapport *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)* (2007) föreslår bl.a. följande skyddsavstånd från transportleder för farligt gods, se Figur 4-4.

- Ett bebyggelsefritt område inom 30 meter från transportleden rekommenderas. Området bör utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Exempel på markanvändning 30-70 meter från transportleden är sällanköpshandel, parkering och industri.
- Småhusbebyggelse och övrig handel medges fram till 70 meter från transportleden.
- Flerbostadshus i flera plan rekommenderas ligga mer än 150 meter från transportleden.



Figur 4-4. Föreslagna skyddsavstånd från farligt godsled i RIKTSAM (Länsstyrelsen i Skåne län, 2007).

4.2 Bensinstation

Räddningsverkets⁵ handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* (2008) är en sammanställning av de regler som gäller skydd mot brand och explosion för bensinstationer. Handboken är avsedd för verksamhetsutövare som vill ha en samlad presentation av regelverket och dess tillämpningar, men kan med fördel även användas av tillståndsmyndigheter och tillsynsmyndigheter.

Bestämmelser som reglerar verksamheten på bensinstationer finns även inom andra regelområden, t.ex. plan- och bygglagstiftningen, miljölagstiftningen, lagstiftningen om skydd mot olyckor och arbetsmiljölagstiftningen.

I *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* anges rekommenderade minsta avstånd från olika riskkällor på en bensinstation till en A-byggnad d.v.s. en byggnad i vilken det vanligen vistas människor som saknar anledning att känna till förekommande hantering av brandfarliga gaser eller vätskor. Hit hör bostadshus, hotell, sjukhus, kontorshus, varuhus, restaurangbyggnader, bibliotek, museum, utställningsbyggnader, skolbyggnader, kyrkor och andra byggnader med samlingslokal och liknande. De rekommenderade avstånden redovisas i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. Rekommenderade avstånd mellan A-byggnad och riskkällor på bensinstation.

Riskkälla	Rekommenderat minsta avstånd
Lossningsplats för tankfordon	25 m
Mätarskåp för bensin	18 m
Pejlförskruvning till cistern	6 m
Avluftsrohrsmyrning till cistern	12 m

⁵ Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

I kapitel 6 jämförs avståndet mellan riskkällorna på bensinstationen och planerad nybyggnation i planområdet med rekommendationerna.

4.3 Värdering av risk

Följande vägledande skälighetsprinciper för riskvärdering presenteras i Räddningsverkets⁶ rapport *Värdering av risk* (1997):

- **Rimlighetsprincipen:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskaps-resurser än i katastrofer.

I rapporten anges även acceptanskriterier för värdering av risker presenterade med riskmått individrisk och samhällsrisk. Dessa kriterier är avsedda att tillämpas för allmänheten (även kallad tredje man).

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable):

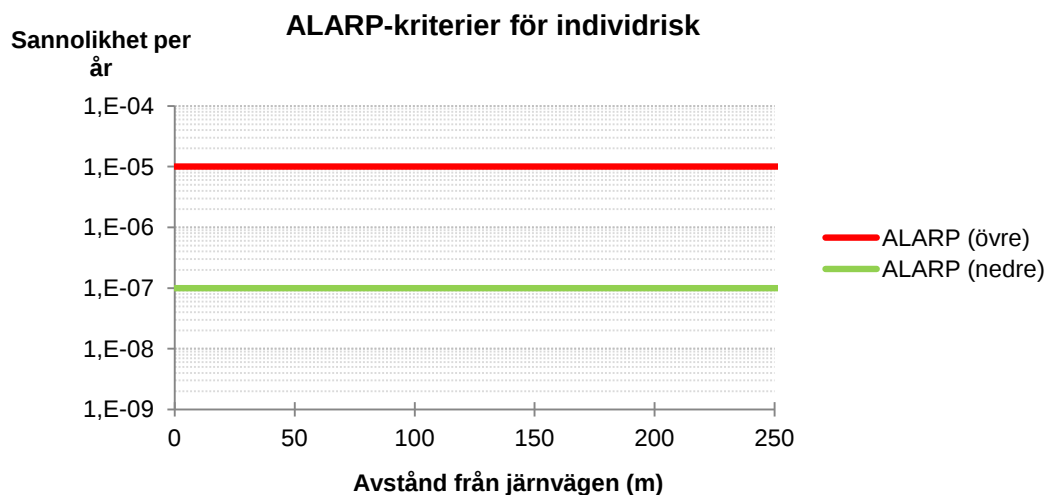
- Risker som överstiger ALARP-området anses vara för stora och åtgärder måste vidtas. Risker i denna nivå skall ej accepteras för nya anläggningar. För befintliga situationer föreslås en mer flexibel tillämpning.
- Risknivåer som hamnar inom ALARP-området ska reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt rimligt. Ombyggnader och förändringar som ökar risken ytterligare bör ej accepteras.
- Risknivåer under ALARP-området bedöms utan vidare åtgärder som acceptabla.

Dessa acceptanskriterier har använts som underlag vid bedömning om riskerna inom det aktuella området bör reduceras genom åtgärder. De individriskkriterier som används i denna utredning presenteras i Tabell 4-2 och Figur 4-5

⁶ Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Tabell 4-2. Föreslagna acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

Kriterium	Sannolikhet
Övre gräns för individrisk	10^{-5} per år
Undre gräns för individrisk (där risken kan anses vara liten)	10^{-7} per år

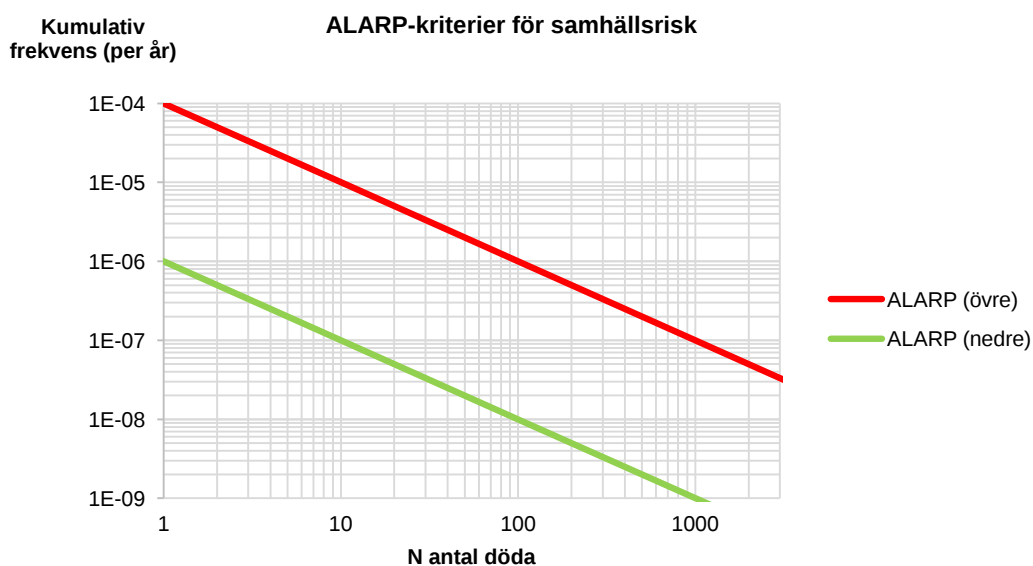


Figur 4-5. Föreslagna acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

I Tabell 4-3 och Figur 4-6 presenteras samhällsriskskriterierna, dessa gäller per kilometer järnväg.

Tabell 4-3. Föreslagna acceptanskriterier för samhällsrisk för en 1 kilometer lång sträcka med exponering på båda sidorna av riskkällan (Räddningsverket, 1997).

Kriterium	Antal omkomna	Sannolikhet
Övre gräns för acceptabel samhällsrisk	1	10^{-4} per år
	10	10^{-5} per år
	100	10^{-6} per år
Undre gräns för acceptabel samhällsrisk	1	10^{-6} per år
	10	10^{-7} per år
	100	10^{-8} per år



Figur 4-6. Föreslagna acceptanskriterier för samhällsrisk för en 1 kilometer lång sträcka med exponering på båda sidorna av riskkällan (Räddningsverket, 1997).

5 Riskbedömning farligt gods på Hamnbanan

För att beräkna individ- och samhällsrisk används följande beräkningsgång:

1. Beräkning av frekvenser för urspårning med godståg
2. Beräkning av sannolikhet att vagn med farligt gods påverkas av olycka
3. Uppdelning av sannolikhet att vagn med farligt gods är inblandat beroende på godsklass
4. Beräkning av sannolikhet att vagn med farligt gods skadas samt sannolikhet för typ av skada (beroende av godsklass)
5. Beräkning av sannolikhet för olika konsekvenser givet utsläpp av farligt gods
6. Beräkning av frekvens att omkomma på olika avstånd från spåret
7. Beräkning av samhällsrisk beroende på individtätthet på olika avstånd från spåret.

Sannolikhetsberäkningarna för olycka med farligt gods redovisas mer utförligt i bilaga 1 och händelsesträd för olika händelseförlopp vid en olycka presenteras i bilaga 3. Sannolikhetsberäkningarna beskriver bl.a. hur ofta en urspårning med farligt gods förväntas inträffa och händelseträden visar hur sannolika olika scenarion vid en olycka är. Konsekvensberäkningar redovisas mer utförligt i bilaga 2. Där ingår t.ex. beräkning av värmeeffekt vid olika avstånd i samband med en gasmolnsexplosion och vid vilka avstånd dödliga skador på grund av förgiftning kan uppstå.

Beräkningar av samhälls- och individrisk i det utbyggda alternativet är begränsat till de spåravsnitt som är lagda i öppet spår och tråg. Explosioner och bränder inne i tunneln antas inte kunna orsaka dödsfall utanför tunneln eftersom den dimensioneras för olyckslast enligt Trafikverkets tekniska krav TRVK Tunnel 11. Brandrök och giftiga eller explosiva gaser skulle kunna komma ut vid ett utsläpp inne i tunneln, men sannolikheten för detta är svår att kvantifiera och antas kunna hanteras av räddningstjänst utan att dödsfall utanför tunneln krävs.

Normalt görs riskberäkningar för transportleder för farligt gods där planområdet ligger vid sidan av leden, men i detta fall ligger planområdet vid en tunnelmynning. Eftersom de mest sannolika konsekvenserna har relativt kort räckvidd (ca 10-50 m) så sjunker risknivån snabbt med ökande avstånd. Vissa konsekvensavstånd är dock flera hundra meter och därför är det relevant att beräkna frekvenser för olyckor på järnvägen på en längre sträcka.

Här har förenklingen gjorts att risknivån beräknas som att järnvägen löper längs med ett hypotetiskt område med den befolkningstäthet som planområdet förväntas ha (se Figur 5-1). Det längsta avståndet inom planområdet är ca 360 m, och som en förenkling har därför planområdet i beräkningarna hanterats som ett 360 meter brett område längs Hamnbanan. Detta överskattar risken och det har i viss mån kompenseras för i beräkningarna; riskbidraget för de mest sannolika händelserna med korta konsekvensavstånd (<50 m) har minskats till en tiondel. Detta motiveras med att

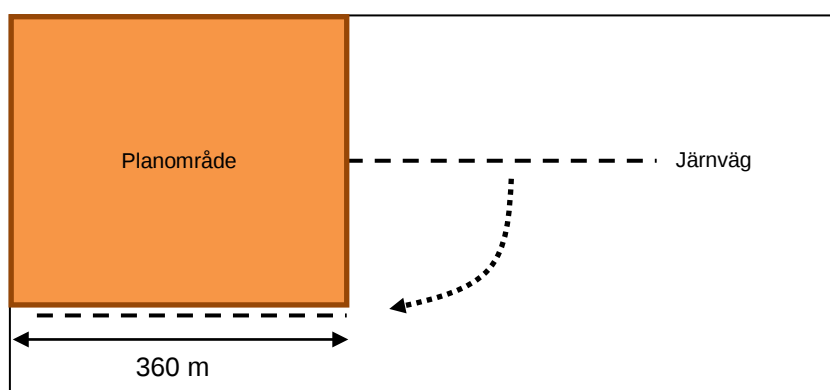
sannolikheten för urspårning och efterföljande utsläpp beräknas på en 360 m lång sträcka, men ett antal av de mer sannolika scenarierna i modellen har kortare konsekvensavstånd (10-50 m) och när de inträffar bortom sitt konsekvensavstånd utgör de ingen direkt risk för planområdet. En tiondel har av använts som en generell faktor som bedöms vara en rimlig och riskonservativ approximation eftersom det genomsnittliga konsekvensavståndet för de aktuella scenarierna är ca en tiondel av sträckan.

Sannolikheten för urspårningar redovisas i **Fel! Hittar inte referensskälla..**

Tabell 5-1. Sammanställning av sannolikheten per år för urspårning på den 360 meter långa sträckan (2041 års trafikmängd).

Parameter	Värde
Sannolikhet för urspårning (per år)	0,007
Sannolikhet för att vagn med farligt gods spårar ur (per år)	0,0014
Återkomsttid för urspårning av vagn med farligt gods	700 år*

* Vid en urspårning är det inte självklart att allvarigare följdhändelser med farligt gods inträffar (t.ex. explosion eller brand).



Figur 5-1. Skiss över järnvägens placering i förhållande till planområdet. Av beräkningstekniska skäl har risknivån beräknats som om järnvägen löper parallellt med planområdet.

Beräkningarna av har gjorts med så kallad Monte Carlo-simulering där en sannolikhetsfördelning antas istället för medelvärden för de olika variablerna. Till exempel har trafiken antagits vara mellan 80-100 tåg per dag eftersom den prognos som gjorts är osäker. För vissa variabler har osäkerheten uppskattats som en variation på +/- ett visst antal procent, ibland finns det statistik som visar att variationen ligger inom ett visst intervall. Vilka intervall och sannolikhetsfördelningar som använts redovisas i Bilaga 1.

Monte Carlo simuleringen innebär att beräkningarna upprepas med nya värden från de antagna fördelningarna ett stort antal gånger (i detta fall 5000 gånger). Som ett resultat fås en spridning i utdata som visar hur säkra de beräkningar som genomförs är. Beräkningarnas noggrannhet kan därmed redovisas med ett osäkerhetsintervall. I

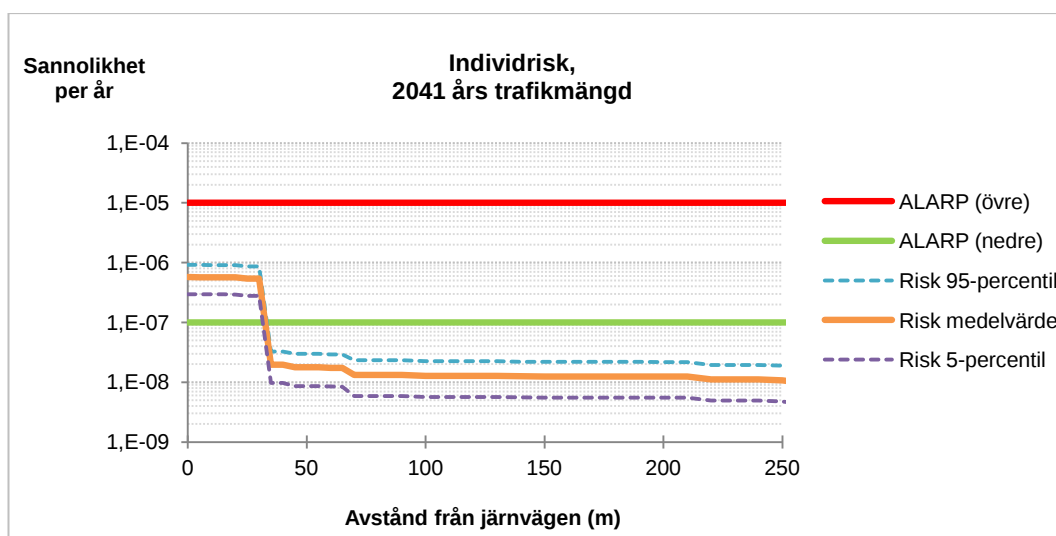
figurerna nedan redovisas resultaten som medelvärde samt 5- och 95-percentil. Percentilerna ska tolkas så att resultaten med 90 % sannolikhet ligger inom det intervallet med hänsyn till de osäkerheter som finns i beräkningarna.

5.1 Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten för dödliga skador för en oskyddad person i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år, i detta fall transporter av farligt gods på Hamnbanan. Individrisken presenteras i denna riskutredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan.

I beräkningarna antas att varje konsekvens har en längd och en bredd in i planområdet. Längd och bredd är samma för vissa scenarion med en cirkulär utbredning. På så vis får händelser med stort utbredningsområde större vikt.

Resultaten från beräkningarna visar att risknivån i spårens närhet (upp till ca 30 m från spåren) är relativt hög för den prognosticerade trafiken (Figur 5-2). Risknivån ligger i detta område på en nivå där riskreducerande åtgärder bör övervägas. Individrisken avtar dock kraftigt med det ökande avståndet och bortom ca 30 meters avstånd uppnås acceptabla risknivåer.



Figur 5-2. Individrisk för den prognosticerade trafiken 2041. 5- och 95-percentil visar storleksordningen på osäkerheterna i simuleringarna.

Sannolikheten att omkomma inom 50 meter från spår är ca 3×10^{-7} (mindre än 1 på 3 000 000 år). Detta kan jämföras med sannolikheten att omkomma i andra typer av olyckor i Sverige:

- Vägtrafik: Risk att omkomma till följd av vägtrafikolycka varierar med ålder och kön, för män är risken ca 1 på 20 000 per år (eller 5×10^{-5}), för kvinnor ca en tredjedel så stor⁷.
- Brand: Årligen omkommer i Sverige ca 100 personer på grund av brand (Myndigheten för samhällskydd och beredskap, 2014). Detta ger en årlig dödsfallsrisk i storleksordningen 1 på 100 000 (eller 1×10^{-5}).

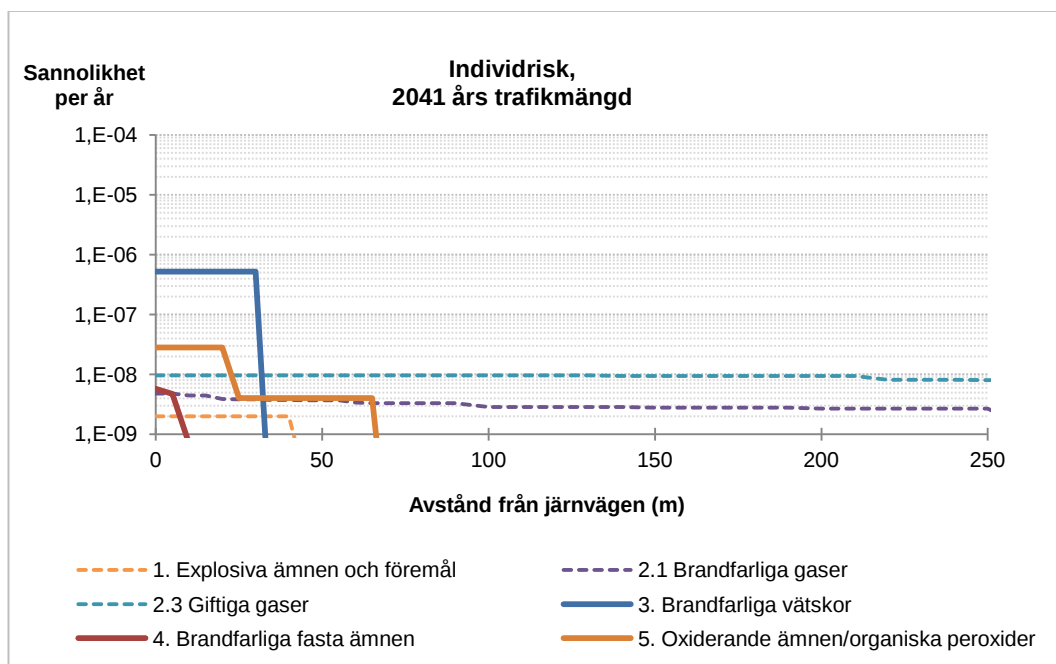
För diskussion kring eventuella riskreducerande åtgärder är det relevant att undersöka hur olika de olika riskscenarierna bidrar till individrisken. I Figur 5-3 redovisas individrisken uppdelat per RID-klass.

Ur figuren kan utläsas att brandfarliga fasta ämnen utgör en relativt liten risk, både kort räckvidd och låg sannolikhet. Även explosiva ämnen utgör en relativt liten risk, men konsekvensavståndet är något längre. Oxiderande ämnen och organiska peroxider utgör en högre risk där brand står för den högre sannolikheten för dödsfall inom ca 30 meter och explosion för den lägre sannolikheten upp till ca 70 meter.

Brandfarliga vätskor utgör en relativt hög risk på korta avstånd från järnvägen, i första hand på grund av att de transporteras i stora mängder och i vagnar som inte tål lika stora påfrestningar som de gaser transporteras i. Det dominerande scenariot för brandfarliga vätskor är pölbrand.

Brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tankar som tål stora påfrestningar och sannolikheten för en olycka är relativt låg, men med potentiellt väldigt långa konsekvensavstånd.

⁷ Baserat på statistik från: <http://www.trafa.se/sv/Statistik/Vagtrafik/Vagtrafikskador/>



Figur 5-3. Individrisk per RID-klass.

5.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika personstätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersonstätheten och vilket skydd som finns. Samhällsrisk presenteras i ett så kallat F/N-diagram (Frequency of accidents/Number of fatalities). I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan.

Risker har beräknats inom ett område på 360 meter från järnvägen i enlighet med Länsstyrelsens riktlinjer, se avsnitt 4. Personstätheten inom denna zon har uppskattats utifrån kartor och uppgifter om antal lägenheter som erhållits från stadsbyggnadskontoret i Göteborg. I Bilaga 2 redovisas mer detaljer kring detta.

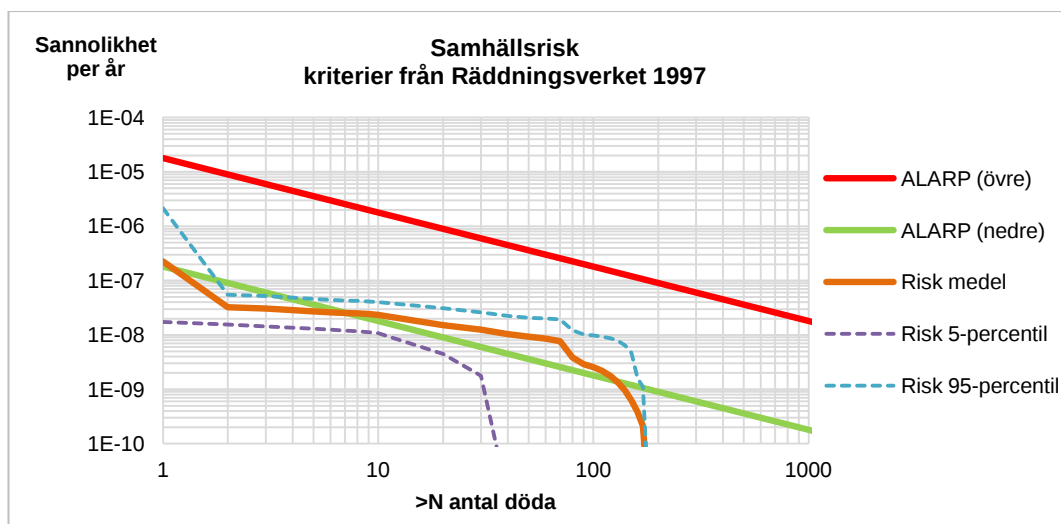
De flesta giftiga gaser är tunga vilket gör att spridningen ut från tunneln i händelse av ett utsläpp där bör få relativt milda konsekvenser i förhållande till utsläpp ute i det fria.

Det kan vara värt att notera att beräkningarna överskattar risken eftersom de utgår från de farligaste ämnena inom varje RID-klass. Dessa utgör troligtvis endast en marginell del av respektive RID-klass.

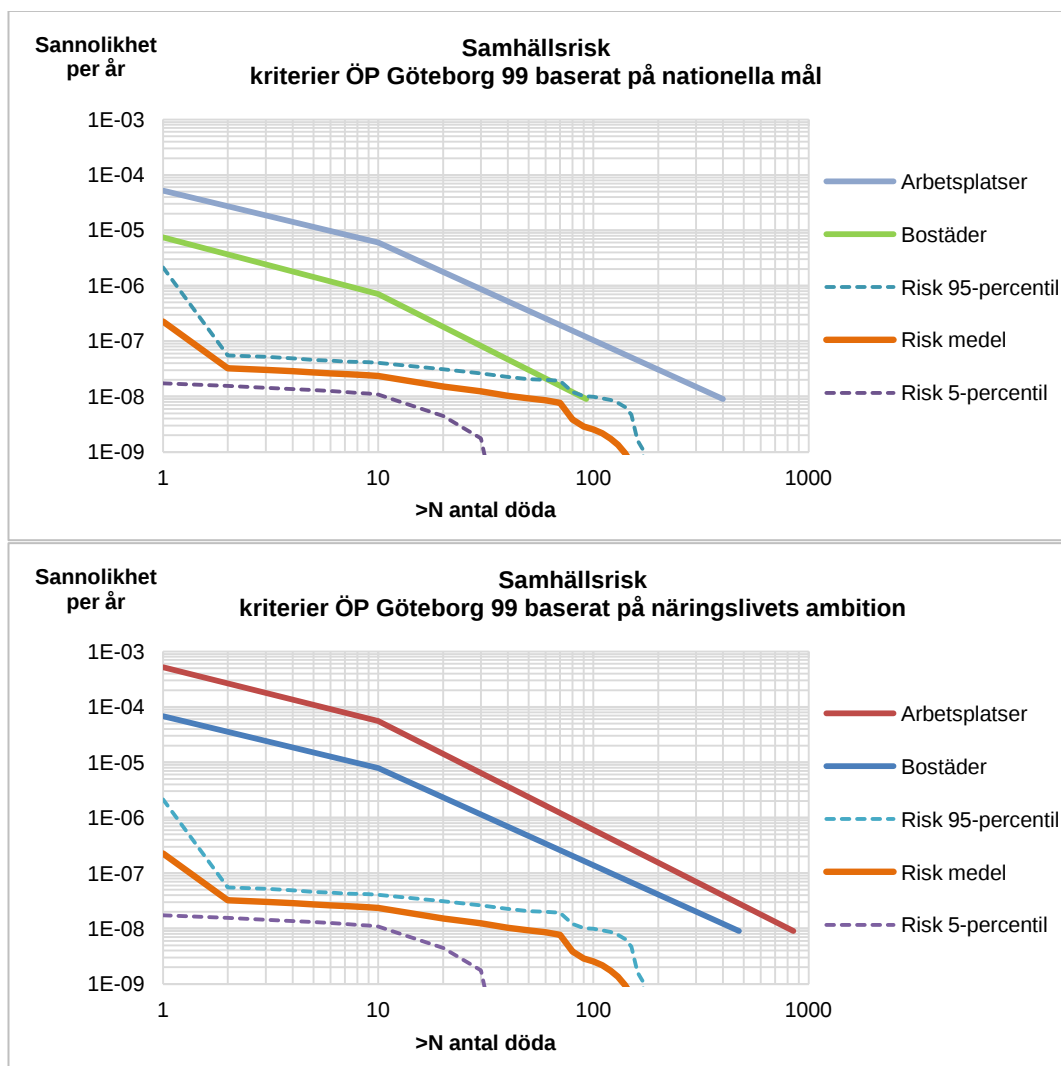
Simuleringar av samhällsrisk visar att risknivån (för 2041 års trafik) längs sträckan ligger på gränsen mellan acceptabel nivå och ALARP-området enligt föreslagna värderingskriterier (Räddningsverket, 1997), se Figur 5-4. Samhällsrisk jämförs även med de värderingskriterier som anges i fördjupningen av översiktsplanen i Göteborg

avseende transporter av farligt gods, se Figur 5-5. Jämfört med dessa kriterier så är risknivån acceptabel för både bostäder och verksamheter.

I resultaten som presenteras i figurerna nedan har kriterierna anpassats till den aktuella sträckans längd.

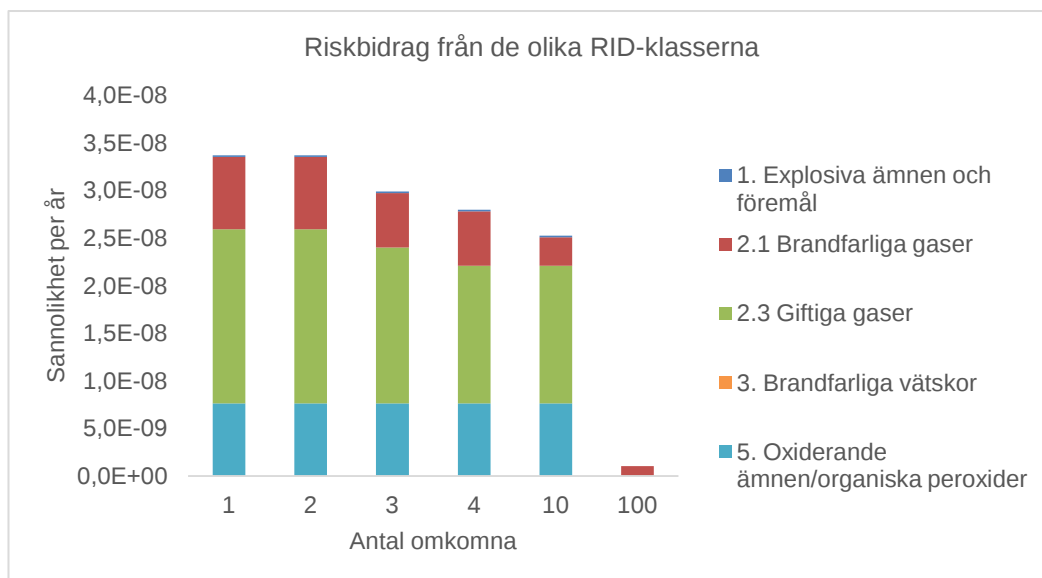


Figur 5-4. Samhällsrisk för en sträcka på 360 m som rent hypotetiskt löper längs det planerade planområdet. Baserat på prognosticerad trafik 2041.



Figur 5-5. Samhällsrisk i jämförelse med de riskkriterier som anges i fördjupningen till Göteborgs översiktsplan avseende transporter av farligt gods.

Riskbidraget från de olika RID-klasserna redovisas i Figur 5-6. Giftiga gaser utgör det största bidraget till samhällsrisk för alla nivåer av omkomna förutom 100. Så många som 100 döda beräknas bara kunna orsakas av brandfarliga gaser i samband med en BLEVE. Giftiga gaser beräknas maximalt kunna ge upphov till ca 80 döda inom planområdet.



Figur 5-6. Samhällsriskbidrag från de olika RID-klasserna.

5.3 Osäkerheter

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, t.ex. avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser.

5.3.1 Förenklingar

Vissa förenklingar har gjorts för att arbetet ska ha en rimlig omfattning. Några av de mest betydelsefulla förenklingarna är:

- Konsekvensberäkningar har inte genomförts för alla tänkbara farliga ämnen utan begränsats till de med störst potentiella konsekvenser. Smittförande ämnen, giftiga ämnen samt radioaktiva ämnen har inte beaktats eftersom antalet försändelser är mycket litet, sannolikheten för utsläpp extremt låg alternativt konsekvenserna små eller lokala.
- Antagande om att järnvägen löper parallellt med planområdet istället för att beräkna risken som en avtagande funktion bort från planområdet i ett stort antal delsträckor eller oändligt antal punkter, vilket skulle innebära mycket omfattande beräkningar.
- Det statistiska underlaget som används i beräkningarna för olika faktorer som kan leda till urspårning baseras på ett genomsnitt för Sverige historiskt sett (Fredén, 2001). Det är tänkbart att lokala avvikelser kan ha betydelse för den verkliga risknivån.

-
- Konsekvenserna har endast utretts inom ett område på 360 m från banan. Utsläpp av giftig gas eller en BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) skulle kunna orsaka dödsfall bortom detta avstånd. Osäkerheterna i beräkning av konsekvensen av en BLEVE ökar dock med avståndet och sannolikheterna för dessa händelser är så låga att man i de riktlinjer och vägledningar som används i denna rapport inte tar hänsyn till dessa händelser vid förslag av åtgärder och skyddsavstånd.

5.3.2 Konservativa antaganden

I denna riskutredning har flera konservativa antaganden gjorts. Detta har gjorts för att säkerställa att riskerna inte underskattas och att tillräckliga riskreducerande åtgärder sätts in. Antagandena medför att risknivåerna för allmänheten i verkligheten troligen är något lägre än beräknat. Några av de mer betydelsefulla antaganden som gjorts presenteras nedan.

- Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, t.ex. klorgas för giftiga gaser. Explosion och brand som följd av olycka med oxiderande ämnen ingår trots att de transportregler som finns kring dessa ämnen troligtvis redan eliminerat riskerna med dessa ämnen.
- Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2041. Fram till dess är förmodligen trafikmängden lägre.
- Risker har av beräkningstekniska skäl utgått från att järnvägen löper parallellt med ett område med den befolkningstäthet som antas gälla för planområdet. I själva verket löper järnvägen bort från området.
- Pölbrand har tagits med i beräkningarna men dess utbredning har begränsats på grund av att trågets väggar hindrar pölens utbredning. Troligtvis kommer inte en pölbrand att kunna uppstå eftersom dräneringen och ballasten med makadam som planeras inom Trafikverkets projekt vid tunnelmynningen kommer att förhindra uppkomsten av en pölyta.

6 Riskbedömning bensinstation

Riskbedömningen för bensinstationen görs genom en jämförelse mellan rekommenderade minsta avstånd enligt (Räddningsverket, 2008) och minsta avstånd till planerad bebyggelse. Jämförelsen görs i Tabell 6-1 nedan.

Tabell 6-1. Jämförelse mellan faktiska och rekommenderade avstånd mellan A-byggnad och riskällor på bensinstation (Räddningsverket, 2008) .

Riskkälla	Rekommenderat minsta avstånd	Faktiskt avstånd
Lossningsplats för tankfordon	25 m	ca 100 m
Mätarskåp för bensen	18 m	ca 100 m
Pejlförskruvning till cistern	6 m	ca 100 m
Avluftsrohrsmyning till cistern	12 m	ca 100 m

Tabell 6-1 visar att avstånden mellan den planerade bebyggelsen och bensinstationen med god marginal överskrider de rekommenderade minsta avstånden.

Eftersom de planerade bostäderna kommer att ligga ca 1-2 meter högre än bensinstationen så är det osannolikt att ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle kunna sprida sig mot planområdet.

Ingen information har kunnat erhållas om huruvida drivmedeltransporter till bensinstationen går via någon av gatorna intill planområdet, dvs Säterigatan eller Östra Eriksbergsgatan. Det finns flera andra tänkbara transportvägar till bensinstationen som inte berör planområdet. Ingen information har heller kunnat erhållas om antalet leveranser av drivmedel. En medelstor bensinstation får uppskattningsvis ca 3 leveranser i veckan, men det kan både vara fler och färre i detta fall. Eftersom det troligtvis rör sig om ett fåtal transporter innebär det att sannolikheten för en olycka är liten. Enstaka transporter till bensinstationer är inte ovanliga i tätbebyggda områden eftersom det är tillåtet att köra närmaste väg mellan rekommenderad led för farligt gods och sin målpunkt. På grund av att osäkerheterna är så pass stora, och den eventuella risken bedöms vara liten, så bedöms det inte rimligt att dimensionera skyddsavstånd eller skyddsåtgärder för att skydda mot eventuella drivmedeltransporter vid planområdet.

Risksituationen för människor inom planområdet med avseende på bensinstationen bedöms därför vara acceptabel utan att några vidare riskreducerande åtgärder vidtas.

7 Slutsats och åtgärdsförslag

Sammantaget så bedöms den planerade bebyggelsen möjlig att genomföra ur ett riskperspektiv om hänsyn tas till de åtgärdsförslag som har presenteras nedan.

Avstånden mellan den planerade bebyggelsen och bensinstationen överskrider med god marginal de rekommenderade minsta avstånden. Risksituationen för människor inom planområdet med avseende på bensinstationen bedöms därför vara acceptabel utan att några vidare riskreducerande åtgärder vidtas.

Resultaten från beräkningarna avseende transporter av farligt gods på Hamnbanan visar att individrisknivån i spårens närhet (upp till ca 30 m från spåren) ligger på en nivå där riskreducerande åtgärder bör övervägas. Det största bidraget till individrisken inom detta avstånd kommer från brandfarliga vätskor och konsekvensen pölbrand. Simuleringar av samhällsrisk visar att risknivån längs sträckan ligger på gränsen mellan acceptabel risk och ALARP-området enligt de mest konservativa värderingskriterierna. Det innebär att inga riskreducerande åtgärder krävs. Däremot bör enligt rimlighetsprincipen risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Nedan specificeras ett antal riskreducerande åtgärder.

Riktlinjerna i kapitel 4 rekommenderar ett bebyggelsefritt område inom 30 meter från järnvägen som utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Beräkningarna visar att även individrisken är något högre i detta område. Risknivån grundar sig dock på det mycket konservativa antagandet att en stor pölbrand ska kunna uppstå, något som är mycket osannolikt förutsatt att markbeläggning och dränering på järnvägen utformas som planerat. Därför bedöms det vara rimligt att marken framför det närmaste bostadshuset (ca 17 meter från tunnelmynningen) utformas på ett sätt så att människor inte uppmuntras till att uppehålla sig där några längre stunder. Inte heller lekplatser bör placeras inom detta område eftersom barn utgör en särskilt känslig grupp vid olyckor eftersom de har en sämre förmåga att inse fara och möjlighet att själv påverka sin säkerhet.

Det bostadshus som planeras närmast tunnelmynningen är det enda som ligger mindre än 30 meter från öppet spår, d.v.s. inom det område där individrisken är något högre. Utrymningsvägar i det närmaste bostadshuset ska därför vara placerade så att det finns möjlighet att utrymma bostäderna på en sida av huset som är vänd bort från tunnelmynningen.

Normalt föreslås åtgärder mot pölbrand som förhindrar att brandfarlig vätska rinner mot planområdet när bostäder planeras så pass nära som ca 17 meter från en farligt godsled. I detta fall finns redan en sådan skyddsåtgärd i form av tunnel, tråg och stödmur. Utformningen av dränering och markbeläggning på järnvägen minskar risken för pölbrand ytterligare. Ifall utformningen av dessa skyddsåtgärder ändras så kan det vara motiverat att utföra de fasader på det närmaste bostadshuset som vetter mot tunnelmynningen i brandtåligt material. Detta för att minska risken för värmestrålning till följd av bränder. Denna åtgärd kan övervägas även om den planerade utformningen består men eftersom risknivån är låg bör nyttan av åtgärden då vägas mot kostnader för att genomföra det.

För tio eller fler omkomna personer så är samhällsriskerna något högre, dock precis över den undre gränsen till ALARP-området där rimliga åtgärder ska vidtas. Det största riskbidraget kommer från scenarier med stora utsläpp av giftiga gaser. Eftersom de mest giftiga gaserna är tunga så kommer höjdskillnaden upp till bostäderna och tråget troligen fördröja och minska spridningen mot bostäderna. Därför rekommenderas inga ytterligare skyddsåtgärder mot giftiga gaser.

Parallellt med riskbedömningen har en bullerutredning genomförts. Bullerskydd och skydd mot farligt godsolyckor kan ofta med fördel uppföras som en gemensam konstruktion eftersom en bullerskärm eller vall beroende på utformning även kan ge ett skydd mot värmestrålning, tryckvågor och fördröja gasspridning. Inga bullerskyddsåtgärder har föreslagits mot järnvägen. Om bulleråtgärder ändå ska uppföras så bör man enligt rimlighetsprincipen överväga att utforma eventuella bulleråtgärder så att de även skyddar mot en olycka med farligt gods, om det kan genomföras till en rimlig kostnad.

8 Referensförteckning

- Boverket, & Räddningverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - vägledningsrapport 2006*.
- Eslövs kommun. (2014). *Utkast - Detaljplan för del av Hassle 4:70 i Stehag (2014-04-xx)*.
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Grontmij. (2014). *Riskbedömning avseende olyckor med farligt gods - Utredning i samband med ny detaljplan för Stehag 37:6 m.fl., Eslövs kommun*.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg för transport av farligt gods*.
- Länsstyrelsen i Skåne län, Stockholms län, & Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*.
- Myndigheten för samhällskydd och beredskap. (2014). *Döda i bränder*. Hämtat från <http://ida.msb.se/ida2#page=a0058>
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Räddningsverket. (2008). *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*.
- Räddningsverket, & Banverket. (2007). *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*.
- Trafikverket. (den 10 07 2014). *Riskutredning (arbetsmaterial), Järnvägsplan Hamnbanan Göteborg, dubbelspår Eriksberg-Skandiahamnen*.
- Trafikverkets tekniska krav tunnel TRVK Tunnel 11, TRV publ nr 2011:087. (u.d.).

BILAGA 1 - SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR

UPPDRAGSNUMMER 1340024000

RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER OCH VERKSAMHETER VID SÄTERIGATAN



2014-10-15

Sweco Environment AB

Mikaela Ljungqvist

Martin Bjarke

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
2	Sannolikhetsberäkningar för järnvägsolycka med farligt gods	2
2.1	Urspåring	2
2.2	Kollision i samband med urspåring	4
2.3	Olyckor vid växling/rangering	4
2.4	Kollision mellan tåg	4
2.5	Plankorsningsolycka	4
2.6	Bränder (ej utsläpp av farligt gods)	4
3	Händelseförlopp vid olycka med farligt gods	5
3.1	Väderdata	6
3.2	Explosiva ämnen – RID-klass 1	7
3.3	Tryckkondenserade gaser (RID 2.1 och 2.3)	9
3.4	Brandfarliga vätskor – RID-klass 3	11
3.5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider – RID-klass 5.1 och 5.2	12
	Referensförteckning	13

1 Inledning

För att kunna uppskatta risknivån i det aktuella området har en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods gjorts. Denna bedömning görs mot bakgrund av två olycksfrekvensmodeller från Räddningsverket¹ (1996) samt från Banverket² (Fredén, 2001). Med hjälp av dessa modeller uppskattas sannolikheten för en järnvägsolycka med utsläpp av farligt gods. Sannolikheten för olika scenarier beskrivs separat för respektive farligt godsklass i nedanstående underkapitel.

2 Sannolikhetsberäkningar för järnvägsolycka med farligt gods

I Banverkets modell (Fredén, 2001) för skattning av olycksfrekvens på järnväg anges följande tänkbara olyckshändelser:

- Ursparning
- Kollision i samband med ursparning
- Kollision mellan tåg
- Olyckor vid växling/rangering
- Plankorsningsolycka
- Bränder (ej utsläpp av farligt gods)

I modellen finns underlag för beräkning av ursparningsfrekvens och kollision i samband med ursparning, baserat på t.ex. antal vagnaxelpassager eller antal tågkilometer.

2.1 Ursparning

De bakomliggande orsakerna till en ursparning kan grovt uppdelas i två typer av fel; fordonsfel eller banfel. För att kunna bedöma frekvensen för olycka behövs därför indata om fordon och järnvägsbanan. Beräkningar har genomförts för en 360 meter lång sträcka eftersom järnvägen antas ligga längs med planområdet (ett mycket riskkonserverativt antagande).

Antalet tåg baseras på den trafikprognos som genomfördes 2013 till systemhandlingen för Trafikverkets projekt att bygga dubbelspår och tunneldel på Hamnbanan. Prognosen för antalet försändelser farligt gods (vagnar) baseras på statistik som erhållits från Trafikverket för åren 2009, 2011 och 2012. Antalet försändelser per tåg vid nuvarande trafikmängd är ca 1,5. Eftersom underlaget för farligt gods endast gäller för tre år är ger det en väldigt osäker prognos vilket har hanterats genom att ansätta relativt stor variation i antalet transporter per år.

I Tabell 2-1 redovisas indata för att uppskatta ursparningsfrekvensen. Vagnfel och växel ur kontroll i tågspår är de klart dominerande orsakerna till ursparningar enligt de beräkningar som gjorts för sträckan (Tabell 2-2).

¹ Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

² Nuvarande Trafikverket.

Tabell 2-1. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen.

Variabel	Prognos 2041	Sannolikhetsfördelning som använts vid beräkningar
Antal godståg per dag	80 - 100	Normal: 5-percentil = 80, 95-percentil = 100.
Antal dygn med trafikering per år	286 (5,5 dygn per vecka)	
Medellängd på tåg	500 (max 750)	Pert(400;500;750)
Medellängd på vagn	16	Triangel(12;16;20)
Antal vagnar per tåg	ca 32	
Antal försändelser farligt gods per tåg	Ca 2	Normal: 5-percentil = 1,5, 95-percentil = 2,5 (positivt korrelerat med antal tåg per år)
Antal vagnaxlar per vagn	2 eller 4 (boggivagn)	Likformig(2;4)
Hastighetsklass	Tåghastighet (TH)	
Antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	Mellan 1 och 5 (medel 3,5)	Pert(1;3,5;5)
Antal växlar i tågspår	1	
Andel trafik genom tågspår	100 %	
Plankorsningar	0	

Tabell 2-2. Intensitetsfaktorernas bidrag till beräknade frekvenser för urspårningsolyckor.

Intensitetsfaktorer urspårning	Andel av urspårningsolyckorna
Snö och is	0 %
Skred, ras	0 %
Sabotage	0 %
Rälsbrott	0,6 %
Solkurva	0,05 %
Spårlägesfel	5,4 %
Växel sliten/trasig i tågspår	1,7 %
Växel ur kontroll i tågspår	24,3 %
Växel sliten/trasig i sidospår	0 %
Växel felmanövrerad i sidospår	0 %
Vagnfel	38,2 %
Lastförskjutning	4,9 %
Plankorsning	0 %
Ej rubricerad orsak	7,1 %
Okänd orsak	17,5 %

2.2 Kollision i samband med urspårning

Ett urspårat tåg kan hamna inom intilliggande spårområde och orsaka en kollision med mötande tåg. Sannolikheten för kollision i samband med en urspårning har beräknats till $9 \cdot 10^7$, vilket är betydligt lägre än sannolikheten för en urspårning och har därmed en marginell påverkan på risknivån.

Nedan redovisas formeln för att bedöma antalet kollisioner i samband med urspårning (från Fredén 2001):

$$P = (U \times K \times F \times N \times B / V) \times 4 \times 10^{-5}$$

P	=	Sannolikhet för kollision i samband med urspårning
U	=	Förväntat antal urspårningar
K	=	Andel av de urspårningar som hamnar mer än 1 meter utanför det fria rummet till angränsande spår
F	=	Andel vagnar lastade med farligt gods
N	=	Antal tåg som passerar i motgående riktning
B	=	Signalavstånd+reaktionssträcka+bromssträcka
V	=	Hastighet

2.3 Olyckor vid växling/rangering

På den aktuella sträckan förekommer ingen växling eller rangering, varför denna händelse ej utreds vidare.

2.4 Kollision mellan tåg

Denna olyckskategori utgörs av kollisioner mellan tåg som rör sig på samma spårdel, som alltså sker utan att något tåg spårat ur. Sannolikheten för kollisioner mellan tåg på genomgående spår eller genomfartsspår är så låg att den inte bedöms vara relevant i denna riskutredning. Detta beror till stor del på att automatiska tågövervakningssystem såsom ATC förhindrar att tåg kan befinna sig på samma spårdel.

2.5 Plankorsningsolycka

På den aktuella sträckan finns det inga plankorsningar, varför denna händelse ej utreds vidare.

2.6 Bränder (ej utsläpp av farligt gods)

Bränder kan orsakas av tågagnar, t.ex. om bromsarna ligger på permanent under drift. Heta järnpartiklar kan då antända brännbart material i närheten av rälsen. Den mest sannolika konsekvensen av detta är en begränsad gräsbrand. Vid antändning av t.ex. en

byggnad eller stora mängder brännbart material kan en brand uppstå. Denna händelse bedöms dock inte leda till omedelbara dödliga skador och utreds därför inte vidare.

3 Händelseförlopp vid olycka med farligt gods

Nedan redovisas de händelseförlopp som kan uppstå vid utsläpp av ämnen från respektive RID-klass. Händelseförloppen redovisas även i form av händelseträd i Bilaga 3. En sammanställning av frekvenserna för olika scenarion som beräknats redovisas i Tabell 3-1.

Fördelningen mellan olika godsklasser varierar relativt mycket i statistiken för 2009, 2011 och 2012. Då denna information är konfidentiell kan inte detaljer återges i denna rapport. Underlaget är egentligen för litet för att dra några noggranna slutsatser om eventuella trender, men en viss ökning av det totala antalet transporter skedde under perioden. Övergripande kan sägas att transporter av gaser (både giftiga och brandfarliga) inte haft en uppåtgående trend under de tre åren. Brandfarliga vätskor och frätande ämnen har stått för ökningen av det totala antalet transporter. Ur risksynpunkt är detta gynnsamt eftersom gaser står för en majoritet av de potentiellt mer allvarliga konsekvenserna vid en olycka.

En snittfördelning mellan godsklasser för de tre åren har använts för att beräkna sannolikheten för att en viss typ av farligt gods är inblandat i en olycka.

Brandfarliga vätskor utgör ca 60 % av antalet försändelser, oxiderande ämnen ca 10 %, brandfarliga gaser ca 7 % och giftiga gaser ca 4 %.

Tabell 3-1. Sammanställning av beräknade frekvenser för olika scenarion.

Scenario	Frekvens (per år)
RID 1	
- Stor explosion	2×10^{-10}
- Liten explosion	8×10^{-9}
RID 2.1	
- BLEVE	1×10^{-9}
- Gasmolnsbrand	2×10^{-8}
- Jetflamma	1×10^{-8}
RID 2.3	
- Gasmoln	2×10^{-8}
RID 3	
- Gasmolnsbrand	6×10^{-9}
- Pölbrand	3×10^{-6}
RID 5.1 och 5.2	
- Brand	1×10^{-7}
- Explosion	8×10^{-9}

3.1 Väderdata

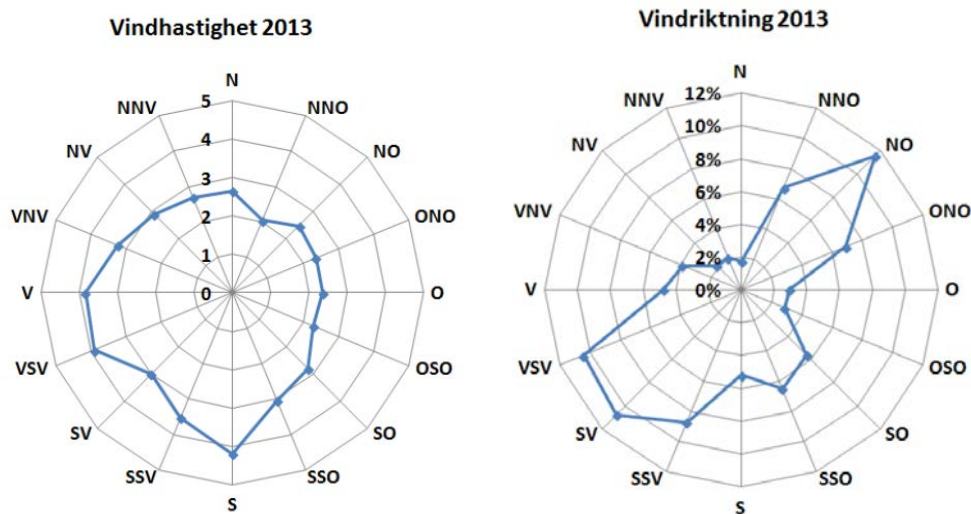
För beräkning av konsekvensavstånd för utsläpp av gaser och ångmoln från brandfarliga vätskor har Pasquills stabilitetsklasser (instabilt, neutralt och stabilt) använts.

Fördelningen mellan instabila och neutrala förhållanden vid vindhastighet över 4 m/s antas vara 50 % och fördelningen mellan stabila och instabila förhållanden vid vindhastighet under 4 m/s antas vara 50 % (Tabell 2-1)

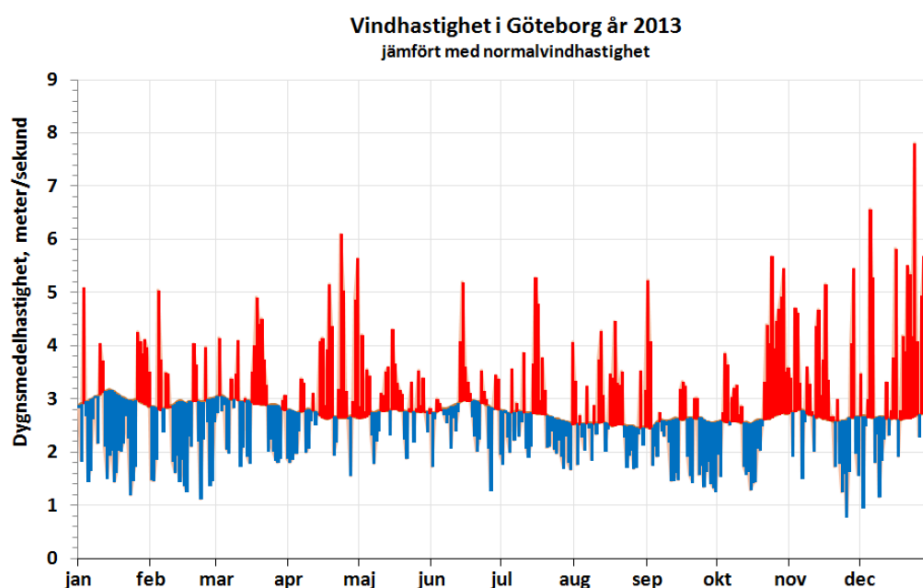
Tabell 3-2. Uppskattade sannolikheter för olika väderklasser givet att vindriktningen är mot planområdet.

Stabilitetsklass väder	Hög vindhastighet (>4 m/s)	Låg vindhastighet (<4m/s)
Instabil	17,5 %	32,5 %
Neutral	17,5 %	
Stabil		32,5 %

Sannolikheten för olika vindriktningar och vindhastigheter har baserats på vinddata för Göteborgs stad. Vindriktningen bedöms vara riktad mot planområdet 30 % av tiden baserat på uppmätta vindriktningar i Göteborg 2013 (se Figur 3-1). Vindhastigheten bedöms vara under 4 m/s i 65 % av fallen och över 4 m/s i 35 % (se Figur 3-2).



Figur 3-1. Genomsnittliga vindhastigheter och vindriktningar i Göteborg under 2013 (Miljöförvaltningen årsrapport 2013).



Figur 3-2. Vindhastighet under 2013 för Göteborg (Miljöförvaltningen årsrapport 2013).

3.2 Explosiva ämnen – RID-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en

byggnad eller konstruktion. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Små mängder explosivämnen och mycket små mängder massexplosiva varor (RID-klass 1.1) transporteras i det svenska transportsystemet, både antalet transporter och mängden explosivämnen har antagits konservativt i denna utredning.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (RID-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador, samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå i järnvägsvagnen och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten, för järnvägsolycka antas den vara ca 0,2 %. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp istället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50 %. På järnväg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 25 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. I denna utredning antas 2 % av alla transporter med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last (25 ton) och alla övriga transporter vara lastade med 1000 kg.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt antas 0,2 % sannolikhet för att mekanisk påverkan på godstågsvagn är tillräcklig för en explosion.

I händelsetråd redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farligt godsolycka med explosiva varor, se Bilaga 3.

3.3 Tryckkondenserade gaser (RID 2.1 och 2.3)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker.

Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

Enligt Fredén (2001) kan sannolikheten att en urspårning leder till utsläpp från tjockväggiga tankar uppskattas till 2 % för olyckor på järnväg (1 % punktering, 1 % stort hål).

Här har en något mindre konservativ uppskattning gjorts att sannolikheten för utsläpp istället varierar mellan 0,2 % och 2 % (mest troligt 1 %). Därefter görs ett antagande om storleken på hålet. I RIKTSAM (Länsstyrelsen Skåne län, 2007) används tre hålstorlekar för att beräkna utsläppets storlek; litet (10 mm diameter), medelstort (30 mm diameter) och stort (110 mm diameter). I enlighet med VTI (1994) bedöms fördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp vara; 0,6; 0,25 och 0,15 givet ett utsläpp.

Antagna sannolikheter för utsläpp med de olika hålstorlekarna givet att en tjockväggig vagn spårar ur redovisas i Tabell 3-3.

Tabell 3-3. Sannolikheter för olika scenarier givet att en godsvagn med gas spårar ur.

Håldiameter (mm)	Sannolikhet för scenario
10	$0,01 \cdot 0,6 = 0,006$
30	$0,01 \cdot 0,25 = 0,0025$
110	$0,01 \cdot 0,15 = 0,0015$

Eftersom de gaser som är aktuella är tyngre än luft är det osannolikt att de når upp ur tråget och rör sig mot planområdet. Sannolikheten för att ett gasmoln ska ta sig upp ur tråget antas vara 10 %.

3.3.1 Brandfarliga gaser - RID-klass 2.1

I händelsesträd redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farligt godsolycka med brandfarliga gaser, se Bilaga 3. Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett

sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande tre skadehändelser inträffa:

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 75 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flammen. Sannolikheten att en jetflamma är riktad mot planområdet antas vara 50 %.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet med dysfunktionell säkerhetsventil. En BLEVE kan uppstå som följd av en jetflamma och bedöms konservativt inträffa i 1 % av de fall som en jetflamma uppstår.

Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion: Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför som mycket osannolik och hanteras därför inte i denna utredning Väderförhållanden som använts redovisas i avsnitt 3.1.

Nedan i Tabell 3-4 redovisas sannolikheterna för antändning för de scenarier som har beräknats.

Tabell 3-4. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (VTI rapport Nr 3 387:4, 1994).

Utsläppsbeskrivning	Ingen antändning	Direkt antändning (jetflamma)	Fördröjd antändning (gasmolnsbrand)
Litet hål	40 %	10 %	50 %
Medelstort hål	20 %	15 %	65 %
Stort hål	0 %	20 %	80 %

3.3.2 Giftiga gaser – RID-klass 2.3

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

Beräkningar av sannolikheter för utsläpp givet att en vagn spårar ur och hålstorlek är detsamma som för brandfarliga gaser och redovisas ovan. Väderförhållanden redovisas i avsnitt 3.1.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På järnväg kan transporteras upp till ca 65 ton per vagn. I denna utredning har klor antagits utgöra 100 % av den transporterade mängden, vilket är extremt konservativt då det troligtvis bara utgör en liten andel av den verkliga mängden.

3.4 Brandfarliga vätskor – RID-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket snabbare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan). Detta är en konservativ ansats.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolika på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan inträffa vid olyckliga omständigheter.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i 1 % av fallen givet att ett stort utsläpp inträffar.

I Tabell 3-5 redovisas de antagna sannolikheterna för olika storlek på utsläpp vid urspårning med en vagn innehållande brandfarlig vätska, baserat på sannolikheterna i Banverkets modell (Fredén, 2001). Eftersom tråget i detta fall begränsar en eventuell pölbrands utbredning har endast medelstora utsläpp bedömts vara möjliga.

Tabell 3-5. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska vid en urspårning.

Utsläppsbeskrivning	Area [m ²]	Sannolikhet
Medelstort utsläpp	200	10-30 %
Stort utsläpp	400	2,5 - 7,5 %

Sannolikhet för antändning av vätskepöl antas vara 10 % vid litet utsläpp och 20 % vid stort. För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %.

I händelseträdd i Bilaga 3 redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farligt godsolycka med brandfarlig vätska.

3.5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider – RID-klass 5.1 och 5.2

Ett utsläpp av ämnen i RID-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckupbyggnad som uppstår och dels genom den värmestrålning som uppstår. Det är dock inte alla ämnen i RID-klass 5 som kan reagera med organiska material, i denna utredning bedöms en tredjedel av alla transporter frakta sådana ämnen som kan reagera och leda till brand eller explosion.

Om ett utsläpp av oxiderande ämnen sker bedöms det komma i kontakt med organiska material i 10 % av fallen. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 10 %. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det mer sannolikt att det uppstår en brand (95 %) än en explosion (5 %). I händelseträdd redovisas tänkbara händelseförlopp vid en farligt godsolycka med oxiderande ämnen, se Bilaga 3.

Referensförteckning

- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- Länsstyrelsen Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*.
- MSBFS 2012:7, RID-S 2013. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg. (2013).
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport*.
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.

Innehållsförteckning

1	Inledning	2
2	Kriterier för dödlig skada och konsekvensavstånd	3
2.1	Explosion	3
2.2	Värmestrålning	3
2.3	Förgiftning vid exponering för giftig gas	4
3	Avstånd till dödlig skada	5
3.1	Explosiva varor – RID-klass 1	5
3.2	Brandfarliga gaser – RID-klass 2.1	7
3.3	Giftiga gaser – RID-klass 2.3	9
3.4	Brandfarlig vätska – RID-klass 3	10
3.5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider– RID-klass 5.1 och 5.2	11
4	Befolkningstäthet	13
5	Andel döda vid exponering inom uppskattat konsekvensavstånd	14
6	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	15
	Referensförteckning	16

1 Inledning

För den aktuella utredningen är skadeområdena indelade i tre zoner, se Tabell 1-1. Zon 1 baseras på att den närmsta byggnaden är planerad att byggas 15 m från tunnelmynningen. Riskberäkningar visar därefter att risknivån sjunker dramatiskt vid 30 meter. Det längsta avståndet från tunnelmynningen till en punkt inom planområdet är 360 m.

Dessa är av betydelse för konsekvenserna vid olyckor. Zonerna anger avstånd från närmsta spår.

Tabell 1-1. Olika avståndszoner från spår.

Zon	Avstånd
Zon 1	0-15
Zon 2	15-30
Zon 3	80-360

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg

1. Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada har fastställts för
 - a) tryckpåverkan vid explosion,
 - b) värmestrålning vid brand samt
 - c) förgiftning vid exponering av giftig gas.
2. Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de allvarligaste scenarierna för varje godsklass har uppskattats.
3. Slutligen har en bedömning gjorts av andelen som förväntas omkomma i de tre zonerna om de exponeras inom ovanstående avstånd. Detta har gjorts för varje godsklass efter en sammanvägning av de olika scenarier som respektive klass kan ge upphov till.

2 Kriterier för dödlig skada och konsekvensavstånd

Nedan (avsnitt 2.1 till 2.3) redovisas de skadekriterier som använts för att bestämma avståndet inom vilket dödlig skada är möjlig. Resultat från beräkningar av avstånd till dödlig skada baserat på dessa kriterier har därefter gjorts i avsnitt 3.

2.1 Explosion

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som t.ex. splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i byggnader kan drabbas värre än personer som befinner sig utomhus.

Enligt FOA (1997) kan direkta dödliga tryckskador vid en explosion för oskyddade personer uppkomma vid 180 kPa (1 % omkomna), vid 260 kPa antas 50 % omkomna. Vid 70 kPa kan det uppstå allvarliga skador på oskyddade personer (lungskador).

Byggnader skyddar dåligt mot explosioner och därför antas dödligheten för personer som befinner sig inomhus i konsekvensområdet vid en olycka vara hög. För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) kan vara dödliga sätts i denna utredning gränsen till 50 % dödlighet vid 70 kPa inomhus och utomhus.

Andelen som omkommer vid en olycka har uppskattats baserat på fördelningen mellan små och stora explosioner, effekt som en funktion av avståndet för dessa samt de aktuella zonernas djup.

2.2 Värmestrålning

Vid en brand är det vanligen värmestrålningen som orsakar dödliga skador på långa avstånd. Sannolikheten för dödsfall till följd av värmestrålning är beroende av exponeringstiden.

Avståndet för dödlig värmestrålning har satts till 15 kW/m².

I de fall ett gasmoln antänder bedöms de personer som vistas inom gasmolnet i zon 1 omkomma. Dödligheten för personer som befinner sig utomhus inom gränsen för dödlig skada på ett längre avstånd från olycksplatsen bedöms vara lägre, i zon 2 ca 90 % och i zon 3 ca 50 % både för brandfarlig gas och vätska.

Detta bl.a. eftersom de delvis antas vara skyddade av byggnader, bilar och andra föremål. Inomhus antas 10 % av den exponerade befolkningen omkomma. Som jämförelse kan anges att vid 15 kW/m² bedöms 1 % av utsatta personer omkomma efter 20 sekunder, 50 % efter 1 minut och 99 % efter 2 minuter.

2.3 Förgiftning vid exponering för giftig gas

Vid ett utsläpp av giftiga gaser kan personer omkomma om de utsätts för höga koncentrationer av gas. Vid konsekvensberäkningarna har klor varit dimensionerande gas för järnvägsolyckor. Gränsen för dödliga skador har satts vid den koncentration som motsvarar LC_{50} vilket för klor är 250 ppm (Försvarmakten, Krisberedskapsmyndigheten, & FOI, 2008). Vid denna koncentration kan man förvänta sig att 50 % dör om de exponeras för gasen i mer än 30 min. Vid exponering för koncentrationer över gränsen för dödlig skada antas ca 90 % av personer som befinner sig utomhus i zon 2 och ca 50 % av personer i zon 3 omkomma. Detta eftersom en stor del av dessa personer kan antas hinna sätta sig i säkerhet. Inomhus antas 10 % av den exponerade befolkningen omkomma.

Klor är en mycket giftig gas och att anta att samtliga gaser som transporteras på järnväg är klorgastransporter ett konservativt antagande som mycket troligt överskattar antalet omkomna. Därutöver får det anses konservativt att personer utsätts för gas i mer än 30 minuter.

3 Avstånd till dödlig skada

3.1 Explosiva varor – RID-klass 1

För att beräkna konsekvensavstånd vid explosioner har beräkningsmetodik från *Vådausläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker* (FOA, 1997) använts.

Genom att räkna om massan explosivämne, som konservativt antas utgöras av TNT, till en ekvivalent mängd brännbar gas kan man bestämma tryckuppbyggnaden vid olika avstånd från explosionens centrum. I beräkningarna görs antagandet att gasmolnet exploderar med detonationsklass 10 (högsta). Nedan redovisas beräkningsgången och resultat.

Massomvandlingsekvation¹:

$$m_{\text{metan}} = \frac{m_{\text{TNT}} \times \Delta H_c(\text{TNT})}{\Delta H_c(\text{metan}) \times X}$$

m_{metan} = Ekvivalten mass metan som ingår i gasmolnsexplosionen

m_{TNT} = Massan explosivämne (TNT)

$\Delta H_c(\text{TNT})$ = Förbränningsvärme [$1,2 \times 10^6 \text{ J/kg}$]

$\Delta H_c(\text{metan})$ = Förbränningsvärme [$5,6 \times 10^7 \text{ J/kg}$]

X = Effektivitetsfaktor [0,2]

För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum måste ett dimensionslöst avstånd och tryck bestämmas. Det dimensionslösa avståndet bestäms genom nedanstående formel:

$$\bar{R} = \frac{R}{(E/P_0)^{1/3}}$$

$\bar{R}$ = Dimensionslöst avstånd [–]

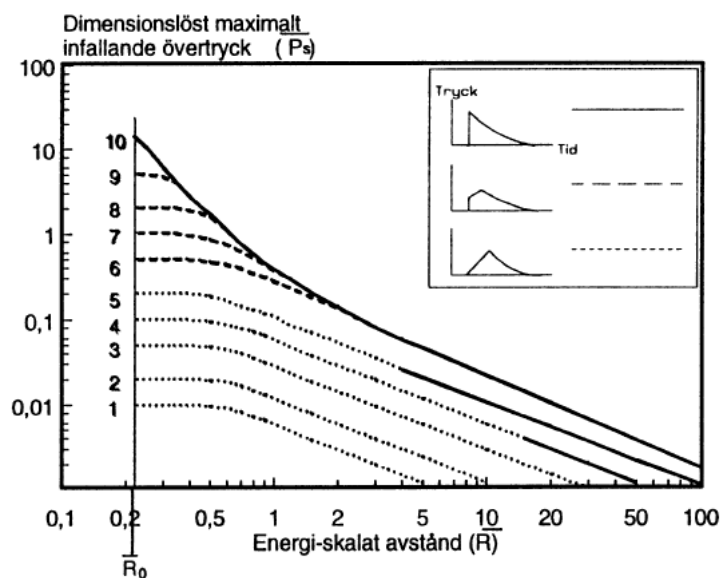
R = Verkligt avstånd från explosionens centrum [m]

E = Energimängd i gasmolnet [J]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

¹ TNT-Equivalency Method

När det dimensionslösa avståndet är bestämt kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av Figur 3-1.



Figur 3-1. Bestämning av dimensionslöst tryck (FOA, 1997). I dessa beräkningar har detonationsklass 10 använts.

När det dimensionslösa trycket är bestämt kan explosionstrycket bestämmas med hjälp av nedanstående formel:

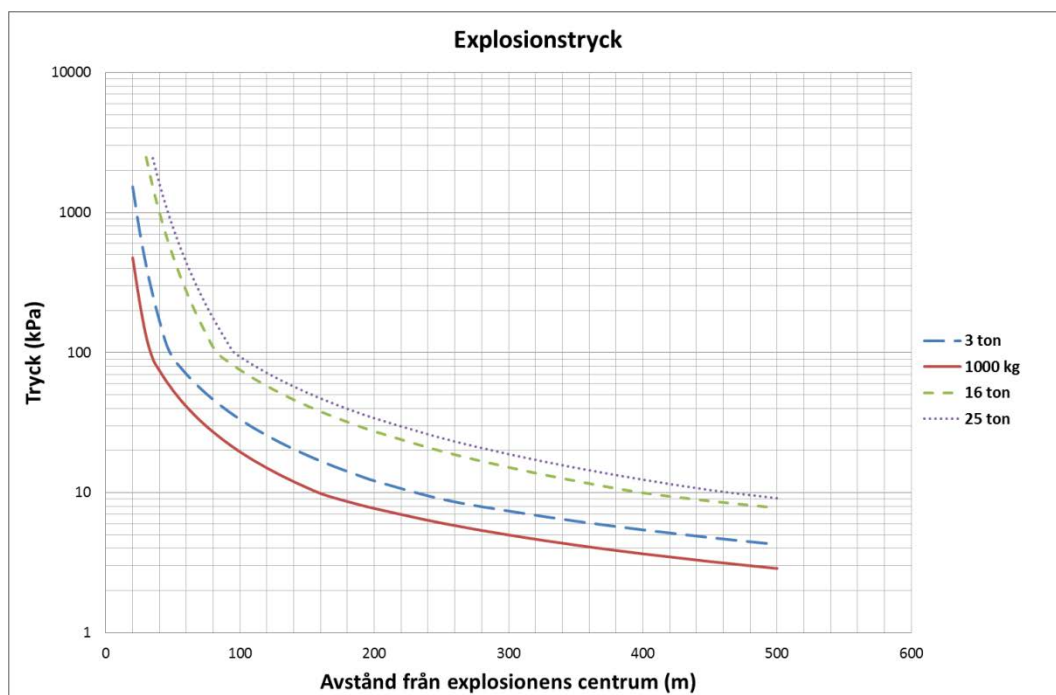
$$\bar{P} = \frac{P_s}{P_0}$$

$$\bar{P} = \text{Dimensionslöst tryck [-]}$$

$$P_s = \text{Explosionstryck [Pa]}$$

$$P_0 = \text{Atmosfärstryck [Pa]}$$

Resultatet av ovanstående beräkningar redovisas i Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2. Explosionstryck vid detonation av olika mängder explosivämne som funktion av avståndet från explosionens centrum.

Konsekvensavståndet för explosion bestäms mot bakgrund av gränsvärdet 70 kPa. Nedan i Tabell 3-1 redovisas avståndet till detta gränsvärde för explosion med olika mängder explosivämnen.

Tabell 3-1. Avstånd till 70 kPa övertryck vid explosion.

Mängd explosivämne (ton)	Avstånd till 70 kPa (m)
1 ton (liten explosion väg och järnväg)	40
16 ton (stor explosion väg)	100
25 ton (stor explosion järnväg)	120

Vid beräkning av individ- och samhällsrisk har en liten och en stor explosion med explosiv ämnen konservativt representerats av 1 ton och 25 ton. Skadeområdet för en explosion förväntas vara cirkulärt.

3.2 Brandfarliga gaser – RID-klass 2.1

Konsekvenserna för utsläpp av brandfarlig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA². Beräkningarna är gjorda för kondenserad gas, vilket är konservativt eftersom de

² Office of Emergency Management & Emergency Response Division. ALOHA v.5.4.2.

förväntade konsekvenserna är högre för dessa gaser jämfört med komprimerade gaser. I Tabell 3-2 redovisas indata för beräkningarna.

Tabell 3-2. Indata för konsekvensberäkningar för utsläpp av brandfarlig gas.

Parameter	Värde
Vind (m/s)	2
Stabilitetsklass ³	Instabil, neutral, stabil
Temperatur (°C)	15
Ytråhet	Stad/Skog
Luftfuktighet	50 %
Väder	Molnigt
Ämne	Propan
Tank	Diameter 2,5 m, längd 20 m
Massa propan (ton)	40**
Fyllnadsgrad	80 %
Hålet	Mitten av vätskenivå
Håldiameter (m)	Litet hål, diameter 10 mm Medelstort hål, diameter 30 mm Stort hål, diameter 110 mm
Övertryck i tank	7 bar

I Tabell 3-3 redovisas resultaten av beräkningarna i ALOHA. Resultaten ska tolkas på följande sätt:

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion): Längden avser det avstånd från centrum där människor förväntas få andra gradens brännskador under den tid som eldklotet varar. Den antagna tiden är utskriven inom parentes. Vid andra gradens brännskador förväntas 15 % av en exponerad befolkning omkomma till följd av skadorna. Avståndet bedöms därför vara konservativt. Konsekvensområdet är cirkulärt.
- Jetflamma: Längden avser jetflammans längd och till detta adderat en uppskattning av avståndet till 15 kW/m². Bredden avser avstånden från jetflammans centrum till 15 kW/m². Konsekvensområdet beräknas som en rektangel där bredden utgörs av det dubbla avståndet för avståndet till 15 kW/m² eftersom strålningen sker i två riktningar. Inom detta område förväntas oskyddade personer omkomma närmast vägen och järnvägen. På längre avstånd

³ Stabilitetsklasser beskriver förenklat luftens stabilitet och beror främst på solinstrålning och vindstyrka. Bokstäverna beskriver stabilitetsklasserna A - Kraftigt instabil, D - Neutral skiktning, E - Svagt stabil skiktning.

omkommer en mindre andel, se avsnitt 2.2. Utbredningen av jetflamma antas vara vinkelrät (90°) från spår/vägområdet och längs med markplanet. Detta innebär att området som drabbas alltid är det största möjliga, vilket är ett mycket konservativt antagande.

- Gasmolnsbrand: Gasplymen bedöms ha formen av en liksidig triangel. Längden avser triangelns höjd (utbredning in på planområdet) och bredden avser halva plymens bas (halva spridningsavstånd i sidled på längsta konsekvensavstånd).

Tabell 3-3. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Scenario	Längd (m)	Bredd (m)
BLEVE (30 sekunders exponering)	250	250
Jetflamma (liten)	6	10
Jetflamma (medelstor)	17	21
Jetflamma (stor)	63	72
Gasmolnsbrand (liten)	10-30	5-10
Gasmolnsbrand (medelstor)	35-95	10-90
Gasmolnsbrand (stor)	144-450	65-450

Gasmolnsbrandens utbredning styrs i stor omfattning av de väderförhållande som råder vid olyckstillfället. I Tabell 3-4 redovisas konsekvensavstånden (50 % döda) för de väderklasser som använts i beräkningarna.

Tabell 3-4. Beräknade konsekvensavstånd för stor gasmolnsbrand vid olika väderförhållanden och vindhastigheter.

Stabilitetsklass väder	Hög vindhastighet (>4 m/s)	Låg vindhastighet (<4m/s)
Instabil	144 m	300 m
Neutral	191 m	
Stabil		420 m

3.3 Giftiga gaser – RID-klass 2.3

Konsekvenserna för utsläpp av giftig gas har beräknats i mjukvaran ALOHA. Vid beräkningarna har klorgas varit dimensionerande för utsläpp vid järnvägsolycka. I Tabell 3-5 redovisas indata för beräkningarna och resultat.

Tabell 3-5. Indata för konsekvensberäkningar för utsläpp av giftiga gaser. Beräkningar har gjorts för tre olika hålstorlekar.

Parameter	Värde
Vind (m/s)	2
Stabilitetsklass ⁴	A
Temperatur (°C)	15
Ytråhet	Stad/Skog
Luftfuktighet	50 %
Väder	Molnigt
Ämne	Klorgas
Tank	Diameter 2,5 m, längd 20 m
Massa klor (ton)	40
Fyllnadsgrad	80 %
Hålet	Mitten av vätskenivå
Håldiameter (m)	0,01, 0,03 eller 0,11
Ångtryck (kPa)	Klor: 670
Gränsvärde (LC ₅₀)	Klor: 250 ppm

I Tabell 3-6 redovisas resultaten av konsekvensberäkningarna. Gasplymen har konservativt betraktats som en rektangel. Längden beskriver rektangelns längd (avstånd in på planområdet) och bredden beskriver halva rektangelns bredd (spridning i sidled).

Tabell 3-6. Resultat av konsekvensberäkningar i ALOHA.

Utsläppsscenario	Längd (m)	Bredd (m)
Klor (litet)	130-300	10-80
Klor (medelstort)	410-1000	80-350
Klor (stort)	1500-2000	280-1200

3.4 Brandfarlig vätska – RID-klass 3

Konsekvensberäkningarna är utförda med mjukvaran ALOHA. Nedan redovisas scenarier, indata och resultat.

Följande förutsättningar har antagits i beräkningarna:

- Bränsle: Hexan

⁴ Stabilitetsklasser beskriver förenklat luftens stabilitet och beror främst på solinstrålning och vindstyrka. Bokstäverna beskriver stabilitetsklasserna A - Kraftigt instabil, D - Neutral skiktning, E - Svagt stabil skiktning.

- Pölarea: 200 m² och 400 m²
- Temperatur: 15 °C
- Vind: 2-6 m/s
- Stabilitetsklass: B-E
- Tankvolym: 55 m³

Att anta att samtliga brandfarliga vätskor utgörs av hexan är ett konservativt antagande. Hexan har både högre förbränningshastighet och energivärde än bensin. Dessutom utgörs en stor del av den transporterade mängden av betydligt mindre brandfarliga vätskor som diesel och andra oljor m.m.

Nedan i Tabell 3-7 redovisas resultaten av beräkningarna. Konsekvensavståndet beskriver avståndet till 15 kW/m² för pölbrand från centrum på pölen och för gasmolnsbrand beskrivs gasmolnets utbredning i längd. Gasmolnets bredd är dubbelt detta avstånd.

Tabell 3-7. Resultat av konsekvensberäkningar för skadehändelser vid utsläpp av brandfarlig vätska. Gasmolnsbränderna har beräknats för olika väderförhållanden.

Scenario	Konsekvensavstånd (m)
Stor pölbrand (400 m ²)	45
Medelstor pölbrand (200 m ²)	30
Gasmolnsbrand (vindhastighet >4 m/s, instabil väderklass)	15
Gasmolnsbrand (vindhastighet >4 m/s, neutral väderklass)	20
Gasmolnsbrand (vindhastighet <4 m/s, stabil väderklass)	30
Gasmolnsbrand (vindhastighet <4 m/s, instabil väderklass)	30

Att större pölbränder kan uppstå vid en olycka med brandfarlig vätska på järnvägen bedöms som mindre troligt, bl.a. eftersom banvallen utgörs av makadam som släpper igenom vätska vilket begränsar pölbildning och utbredning. Vid en järnvägsolycka i området antas det ändå att en stor pölbrand på 200 m² kan uppstå, vilket är ett konservativt antagande. En pölbrand på 400 m² bedöms inte vara möjlig i detta fall.

3.5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider– RID-klass 5.1 och 5.2

Ett eventuellt läckage av oxiderande ämnen eller organiska peroxider kan leda till brand eller explosion om de vid olyckan blandas med oljor eller drivmedel. En eventuell brand kommer sannolikt att vara mycket intensiv men kortvarig. Konsekvenserna förväntas vara mildare än ett stort utsläpp av brandfarlig vätska. Dödlig strålningspåverkan förväntas uppstå ca 30 m från olycksplatsen.

Vid en olycka på järnväg är det svårt att avgöra hur mycket organiskt material som ett utsläpp av oxiderande ämnen kan komma i kontakt med. Konservativt antas en explosion

med 12 ton oxidationsmedel-bränsleblandning. I Tabell 3-8 redovisas de konsekvensavstånd som använts vid individ- och samhällsriskberäkningarna.

Tabell 3-8. Konsekvensbedömning vid brand och explosion vid utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider.

Scenario	Konsekvensavstånd ^{5,6} (m)
Explosion (70 kPa övertyck)	95
Brand	30

⁵ Se Figur 3-2 i kapitlet om explosionstryck.

⁶ Se konsekvenser för medelstort utsläpp av brandfarlig vätska.

4 Befolkningstäthet

Befolkningstätheten inomhus har uppskattats utifrån underlag från Stadsbyggnadskontoret baserat på byggnadsareor. Egna antaganden om befolkningstätheten utomhus och hur många som befinner sig i området dagtid och nattetid har gjorts utifrån andra liknande utredningar. Om personer vistas utomhus eller inomhus när en olycka inträffar är av betydelse för hur allvarligt de drabbas. I Tabell 4-1 redovisas de antaganden som gjorts om befolkningstäthet.

Tabell 4-1. Persontäthet ute respektive inne, dag respektive natt.

Personer/km ²	Dag		Natt	
	Utomhus	Inomhus	Utomhus	Inomhus
Zon 1	500	0	100	0
Zon 2	500	2 000	100	10 000
Zon 3	500	2 000	100	10 000

5 Andel döda vid exponering inom uppskattat konsekvensavstånd

För de olika typerna av farligt godsolyckor har antaganden gjorts om hur stor andel inom konsekvensområdet som omkommer om de befinner sig utomhus respektive inomhus inom respektive zon, se Tabell 5-1. Antagandena baserar sig på en sammanvägning av de möjliga scenarierna som kan inträffa för varje godsklass (se Bilaga 1), utsläppets utbredning i respektive zon samt djupet på de olika zonerna.

Exempelvis antas 100 % dö inom zon 1 (0-15 m) om en BLEVE inträffar eftersom detta scenario kan orsaka dödsfall många hundra meter och har en mycket kraftig värmeutveckling på inom 15 meter.

Tabell 5-1. Procentuell andel personer som antas omkomma vid exponering över gränsvärde för dödlig skada vid olika farligt gods olyckor.

Typ av olycka	Zon 1 (0-15 m)	Zon 2 (15 - 30m)	Zon 3 (30-360m)
RID-klass 1 (explosiva varor)			
Utomhus	100 %	~50 %	~20 %
Inomhus	100 %	~50 %	~50 %
RID-klass 2.1 (brandfarliga gaser)			
Utomhus	50-100 %	50-100 %	~50 %
Inomhus	50-100 %	~10 %	~10 %
RID-klass 2.3 (giftiga gaser)			
Utomhus	100 %	~90 %	~50 %
Inomhus	~10 %	~10 %	~10 %
RID-klass 3 (brandfarlig vätska)			
Utomhus	100 %	~90 %	~50 %
Inomhus	~10 %	~10 %	~10 %
RID-klass 5, explosion (oxiderande ämnen)			
Utomhus	100 %	~50 %	~20 %
Inomhus	100 %	~50 %	~50 %
RID-klass 5, brand (oxiderande ämnen)			
Utomhus	100 %	0 %	0 %
Inomhus	~10 %	0 %	0 %

6 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga RID-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

RID- klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska väg- och järnvägsnätet är små.

RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. av två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder på det svenska järnvägsnätet. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.

RID-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, rickettsier, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

RID-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

RID-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp är begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och mot bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.

RID-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

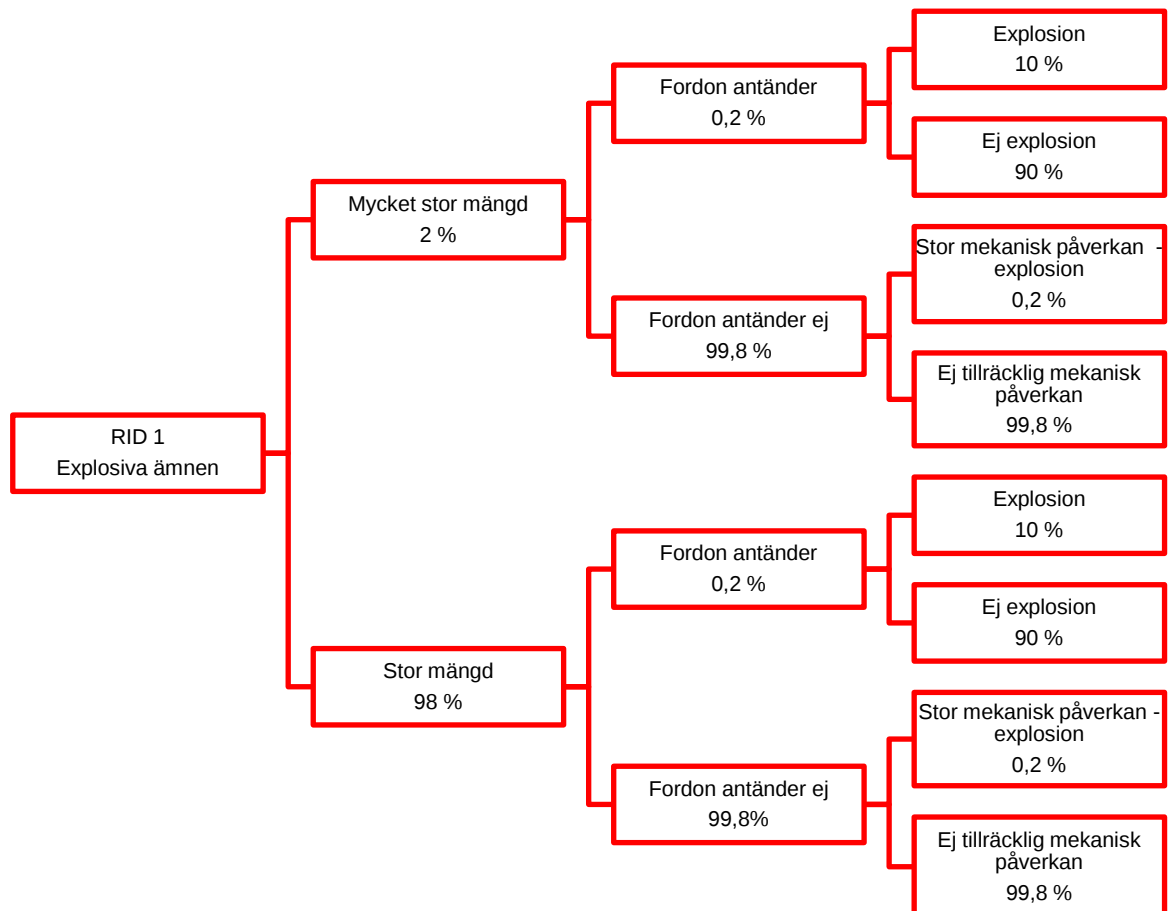
Referensförteckning

- FOA. (1997). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets forskningsanstalt.
- Försvarmakten, Krisberedskapsmyndigheten, & FOI. (2008). *Faktainsamling CBRN*. Hämtat från <http://www.faktasamlingcbrn.foi.se/>
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- Länsstyrelsen i Skåne län, Stockholms län, & Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*.
- U.S. EPA. (u.d.). Mjukvaran: ALOHA v.5.4.2.

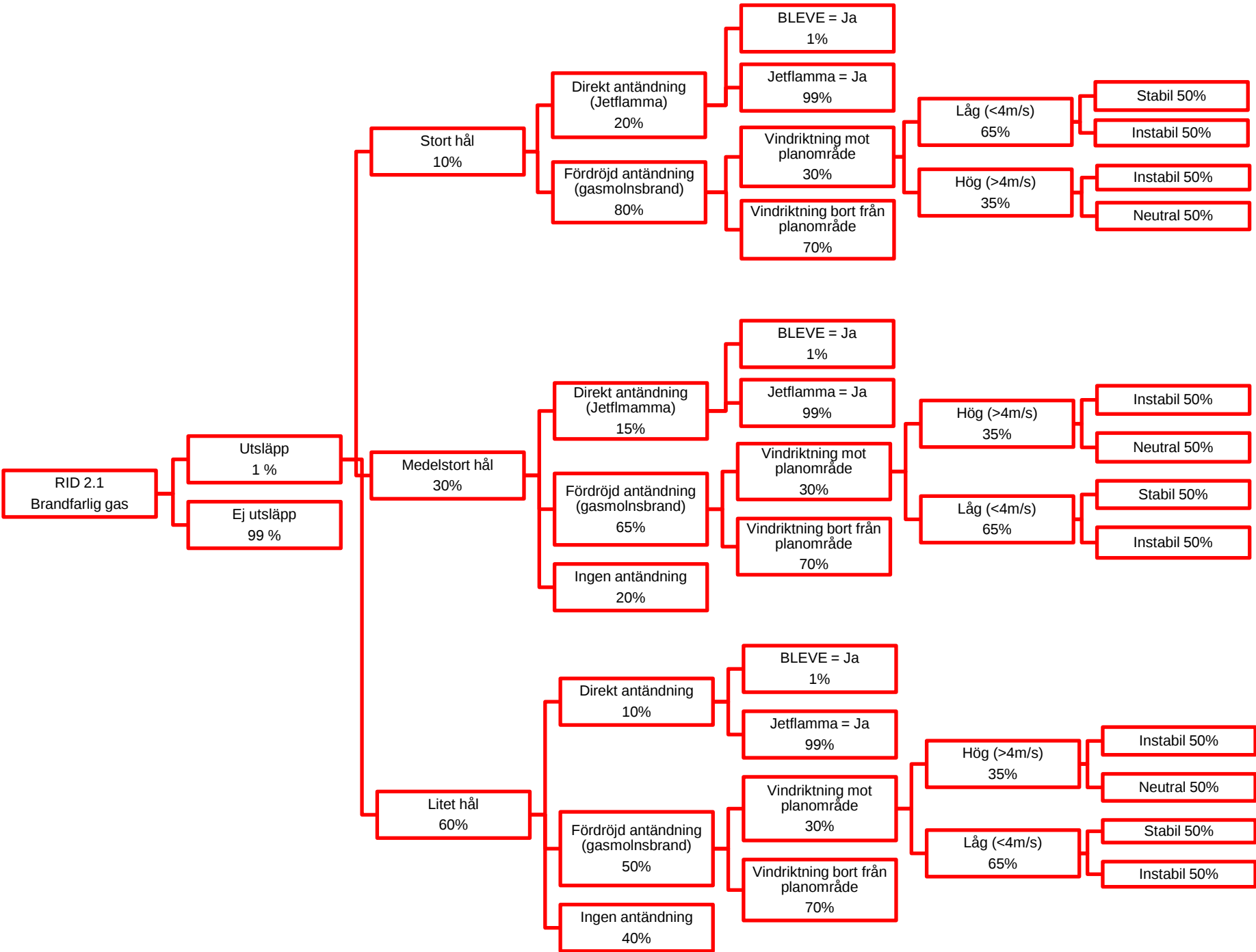
Innehållsförteckning

- 1 Händelseträäd för olycka med explosiva ämnen – ADR-klass 1**
- 2 Händelseträäd för olycka med brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1**
- 3 Händelseträäd för utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3**
- 4 Händelseträäd för utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3**
- 5 Händelseträäd för utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5**

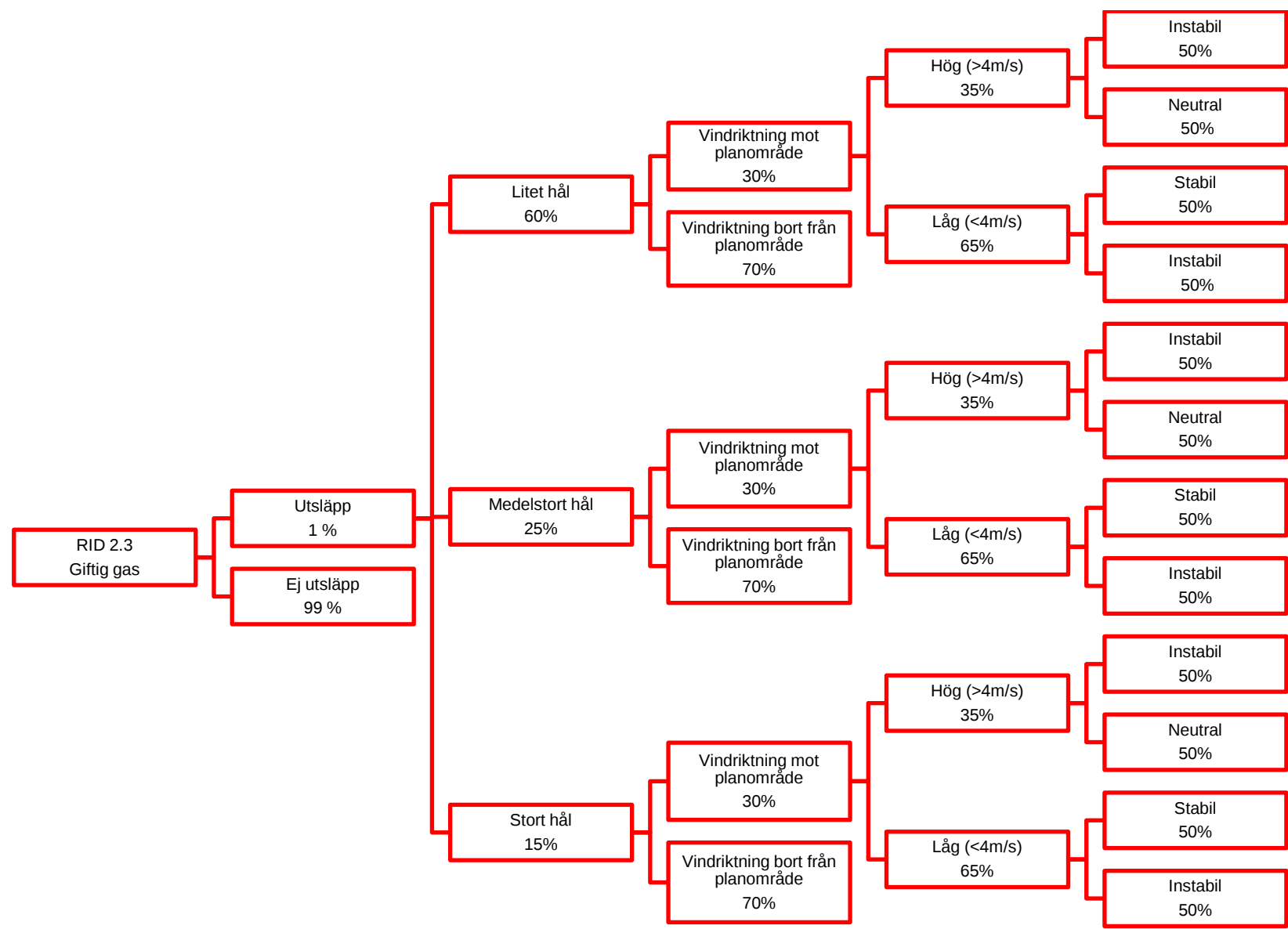
1 Händelsetråd för olycka med explosiva ämnen – ADR-klass 1



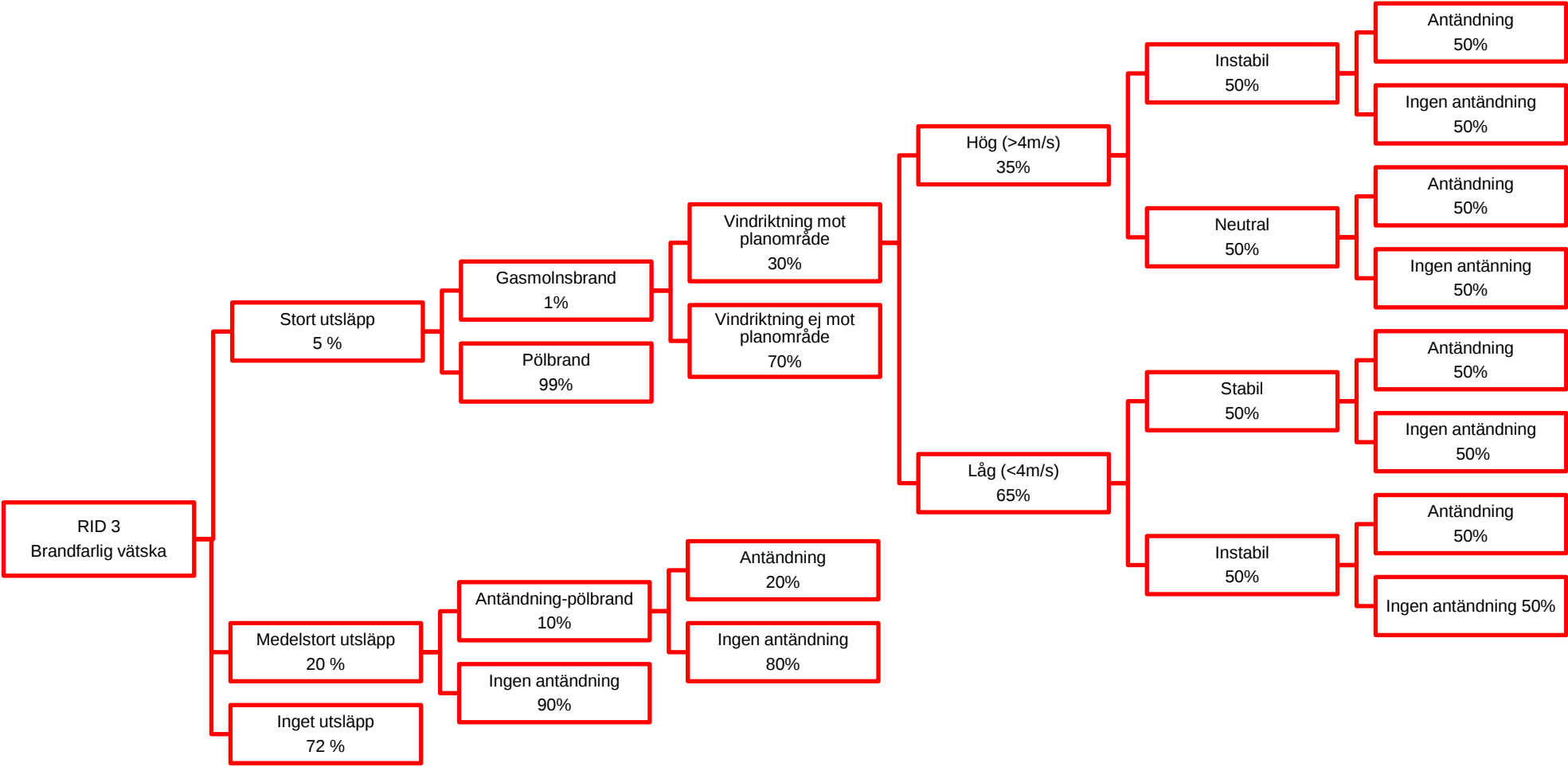
2 Händelsetråd för olycka med brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1



3 Händelsetråd för utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3



4 Händelsetråd för utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3



5 Händelseträd för utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5

