

Riskutredning

Detaljplan för Grafiten 1, Trollhättans stad

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad av	Godkänd av
1	2025-11-21	En GC-väg planeras inom detaljplanelagt område och åtgärder för att skydda GC-väg från Edsborgsvägen presenteras i avsnitt 3.1.	Egzon Haliti	Egzon Haliti
2	2025-12-08	Kommentarer från Trollhättans Stad har vävts in i riskutredning.	Egzon Haliti	Egzon Haliti

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	RU DP Grafiten 1
Uppdragsnummer	30095388
Kund	Louth Property AB
Upprättad av	Zeth Söderlund
Granskad av	Olle Andersson
Godkänd av	Egzon Haliti
Datum	2025-12-08
Ver	2
Dokumentreferens	251208 Riskutredning Trollhättan

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Syfte och mål	4
1.2	Projekteringsunderlag	4
1.3	Kvalitetskontroll	4
1.4	Omfattning, avgränsningar och hantering av osäkerheter	4
1.5	Metod	5
1.5.1	Begrepp och definitioner	6
2	Analys.....	7
2.1	Förutsättningar	8
2.1.1	Individrisk	9
2.1.2	Samhällsrisk	10
3	Riskreducerande åtgärder	12
4	Diskussion	13
5	Slutsats	16
	Bilaga A Beräkningar	17

1 Inledning

Denna riskutredning har upprättats av civilingenjör i riskhantering Zeth Söderlund och kvalitetsgranskats av brandingenjör Olle Andersson. Uppdragsledare är civilingenjör i riskhantering Egzon Haliti.

Trollhättans stad håller på att upprätta en ny detaljplan för att inom Grafiten 1 möjliggöra för dagligvaruhandel utöver nuvarande användning som är industri och kontor. Utöver det ska detaljplanen möjliggöra en ny gc-väg som kopplar ihop Grafitvägen med gångtunnel under Edsborgsvägen (E45), samt en yta för ny busshållplats längs Grafitvägen. Gc-väg kommer att planläggas som allmän platsmark.

Sweco har fått i uppdrag av Louth Property som är exploatör att genomföra en riskutredning kopplat till påverkan från Edsborgsvägen på del av fastigheten Grafiten 1 samt planerad gc-väg i Trollhättans kommun, Västra Götalands län.

1.1 Syfte och mål

Syftet med utredningen är att möjliggöra omhändertagande av eventuella olycksrisker i detaljplan kopplat till liv och hälsa i enlighet med plan- och bygglagen (2010:900) och miljöbalken (1998:808).

Målet är att utreda lämpligt skyddsavstånd mellan byggnadsverk inom föreslagen detaljplan och Edsborgsvägen i Trollhättans kommun. Vid behov föreslås ytterligare riskreducerande åtgärder för byggnadsverk och gc-väg.

1.2 Projekteringsunderlag

Nedan redovisas underlag som använts i denna riskutredning

Tabell 1. Underlag för projektering

Handling	Datum	Status	Upprättad av
Riktlinjer för fysisk planering Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods i Norrbottens och Västerbottens län	November 2019	Gällande	Länsstyrelsen i Norrbottens och Västerbottens län
Riskhantering i detaljplanprocessen. Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods	September 2006	Gällande	Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götaland

1.3 Kvalitetskontroll

SWECO Brandteknik och Riskhantering är certifierade enligt ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

1.4 Omfattning, avgränsningar och hantering av osäkerheter

Riskutredningen omfattar endast risker kopplade till transport av farligt gods på Edsborgsvägen.

Risikanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, expertbedömningar och statistiska underlag. Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större risk för konsekvenser på planområdet, medan en överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre.

Nedan presenteras några av de konservativa antaganden avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

- Beräkningarna för brandfarlig gas har utförts för kondenserad gas, vilket har bedömts vara konservativt eftersom de förväntade konsekvenserna är högre för kondenserade gaser jämfört med komprimerade gaser.
- Utbredningen av en jetflamma antas alltid vara vinkelrät (90°) från transportleden och längs med markplanet. Detta innebär att området som utsätts för jetflamman alltid är det största möjliga.
- Utsläpp av giftig gas har antagits ske med svaveldioxid vilket utgör en mycket giftig gas. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av denna gas har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på vägen utgörs av Hexan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensin. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.

Nuvarande detaljplan inom Grafiten 1 möjliggör att kontor och industri kan uppföras på fastigheten. Kontor tilldelas markanvändningskänslighet Zon C och industri bedöms tilldelas Zon B eftersom endast få och vakna personer förväntas vistas inom industrin. Genom att tilldela den nya detaljplanen Zon D inom fastigheten Grafiten 1 kan industri och kontor fortfarande uppföras på ny detaljplan.

1.5 Metod

Denna riskutredning följer riskhanteringsprocessen som beskrivs i ISO 31000 enligt figuren nedan och består av riskidentifiering, riskanalys, och riskvärdering.



Figur 1 Riskhanteringsprocessen enligt ISO 31000. Bild anpassad från SIS¹

Risk definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår.

Riskutredning avser både genomförande av riskidentifiering och riskanalys.

Riskidentifieringen har baserats på erhållet underlag från beställare. Riskidentifieringen har även baserats på statistik, relevant facklitteratur, platsspecifika utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskanalyser.

Riskanalys är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarioer och oönskade händelser identifieras och dess sannolikheter och konsekvenser bedöms.

Riskvärdering avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå riskreducerande åtgärder.

1.5.1 Begrepp och definitioner

Individrisk är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmättet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan, utan förutsätter att en person står på samma ställe dygnet runt under ett års tid. Individrisken kommer i denna riskutredning presenteras i form av individriskkonturer på en karta.

Följande acceptanskriterier har använts vid bedömning av individrisk för tredje person²:

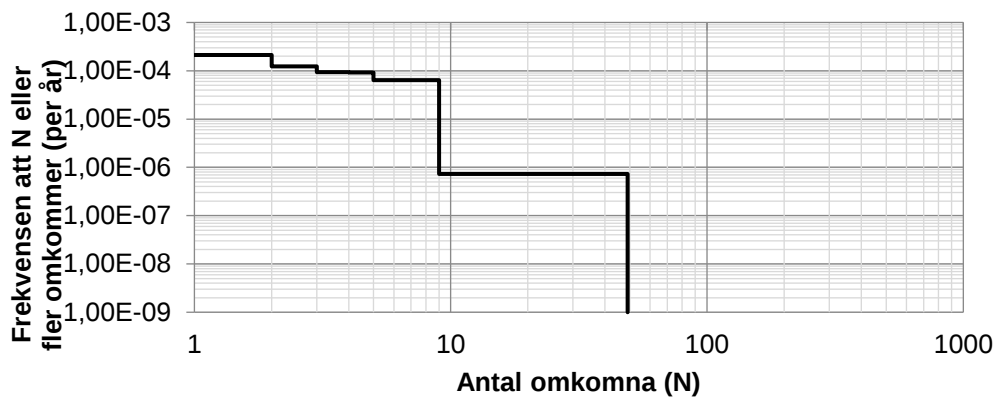
- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-5} per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-7} per år oberoende avstånd från riskkällan.

Samhällsrisk är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas

¹ Svenska institutet för standarder [SIS]. Riskhantering - Vägledning (ISO 31000:2018, IDT). 2018.

² Davidsson, G.; Mett, L.; Lindgren, M., Värdering av risk: FoU rapport, Räddningsverket, 1997

då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisk presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa frekvensen för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N – diagram i figur 2.



Figur 2. Exempel på F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln antalet individer som omkommer. I detta exempel är den allvarligaste konsekvensen att 50 personer omkommer, med en frekvens per år på $<10^{-6}$.

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts³:

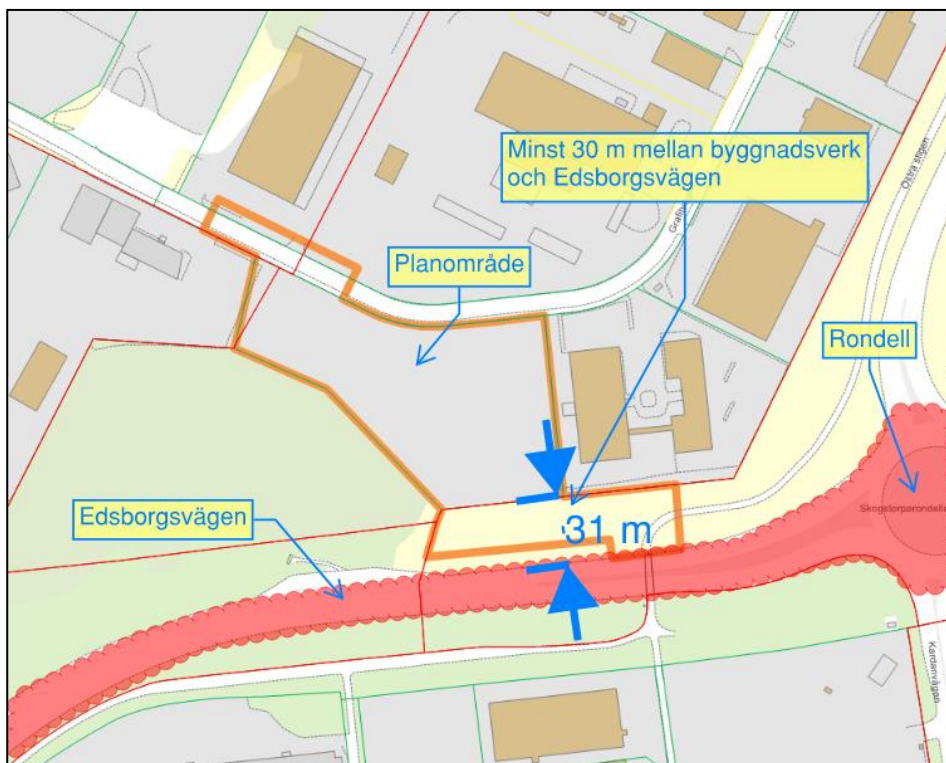
- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-4} per år för $N = 1$, med en lutning på -1.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-6} per år för $N = 1$, med en lutning -1.

ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*), området mellan acceptabel och icke acceptabel risk där risknivån ska vara "så lågt som rimligt möjligt" för att risken ska vara acceptabel. ALARP utgör ett område där lämpliga riskreducerande åtgärder ska genomföras om de är praktiskt genomförbara och ekonomiskt försvarbara, dvs. kostnaden står i proportion till nytta med åtgärden.

2 Analys

Nedan visas planområdet och söder om planområdet löper Edsborgsvägen som är en primär transportled för farligt gods. Avståndet mellan väg och planerade byggnadsverk är som minst 30 meter, se figur 3. Öster om planområdet finns rondell och Edsborgsvägen har försetts med ett mittenräcke.

³ Davidsson, G.; Mett, L.; Lindgren, M., Värdering av risk: FoU rapport, Räddningsverket, 1997



Figur 3 Lokalisering av planområde och Edsborgsvägen.

Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götaland har publicerat ett styrande dokument kopplat till transport av farligt gods i detaljplaneprocessen⁴. Från dokumentet beskrivs att en riskutredning ska genomföras vid framtagande av detaljplanering inom 150 m avstånd från primär transportled av farligt gods. Således ska årsmedeltrafik för 2045, landskapstyp (topografi), vägutformning, hastighetsbegränsning och markanvändning (Zon A-D) bestämmas.

2.1 Förutsättningar

Edsborgsvägen har en förväntad årsmedeltrafik (ÅDT) på 25 626 (13 039+12 587) varav andelen tung trafik är 1447 (755+692). År 2045 beräknas årsmedeltrafiken på vägen till 32 289 och andelen tung trafik till 1939⁵. Hastighetsbegränsningen är 70 km/h och klassas som en fyrfältsväg. Höjdnivå inom detaljplan är 43 meter över havet medan Edsborgsvägens höjdnivå över havet är 42 meter. Mellan väg och fastighet finns ett mindre dike samt buskage.

Detaljplanens markanvändningsområde ska ändras och olika verksamheter samt byggnadsverk tilldelas olika zoner beroende på dess känslighet. Känsligheten styrs till stor del av persontäthet och vistelsetid men även om personer kan förväntas vara vakna.

⁴ Riskhantering i detaljplaneprocessen, Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna Skåne, Stockholm och Västra Götaland. September 2006, <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2887c5dd16488fe880d4c777/1536845650827/skydd-mot-olycka-riskpolicy-detaljplaneprocessen.pdf>

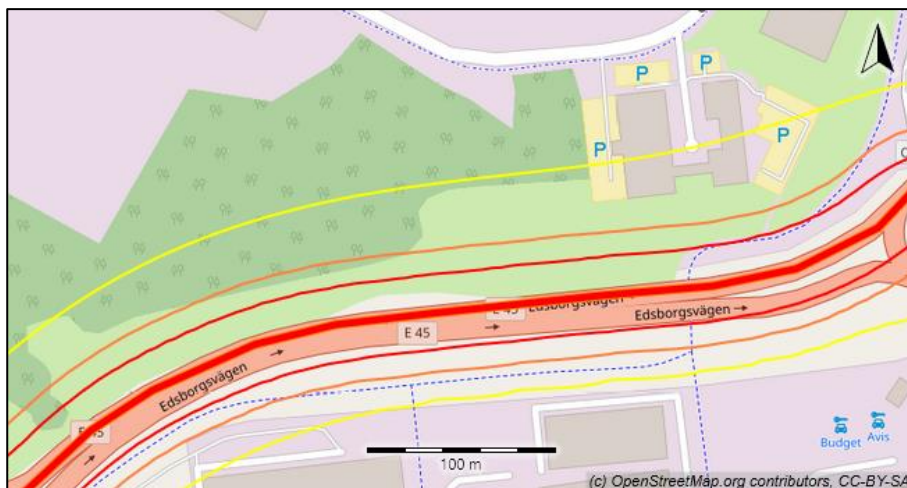
⁵ Trafikutveckling. Basprognos. Trafikverket. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/affb19b7f99e4c93a3dbe113e62aa198/trafikutvecklingststal---vaganalyser-eva-20240402.pdf>

- Zon A är den minst känsliga markanvändningszonen och bebyggelser som tilldelas denna zon inkluderar parkeringar (ytparkering), trafik, friluftsområden och odlingar. Inom Zon A förväntas personer ej vistas under längre tid.
- Zon B avser mindre känslig markanvändning som omfattar få och vakna personer. Exempel på denna markanvändningszon inkluderar lager, industri, parkeringshus och drivmedelsförsäljning.
- Zon C är normalkänslig verksamhet där persontätheten är mindre än 4 personer per 1000 m² tomt. Personer i denna zon förväntas ha god lokalkännedom. Exempel på Zon C är småhusbebyggelse, kontor och detaljhandel.
- Zon D är den känsligaste markanvändningszonen där persontätheten är mer än 4 personer per 1000 m² tomt samt där det finns personer med nedsatt förmåga att själva inse fara och påverka sin säkerhet såsom vårdbehövande eller barn. Markanvändning som tillförs denna zon inkluderar skolor, större hotell och flerbostadshus.

Föreslagen markanvändningskänslighet där byggnadsverk planeras bedöms ha en persontäthet som är större än 4 personer per 1000 m² tomt och det kan ej förväntas att besökare har god lokalkännedom vid uppförande av dagligvaruhandel. I tillägg kan det finnas personer med nedsatt förmåga att själva inse fara såsom vårdbehövande eller barn och således bedöms att Zon D är aktuell. Allmän platsmark bedöms tilldelas Zon B eftersom personer förväntas vara vakna samt ej vistas inom gc-väg under längre tid.

2.1.1 Individrisk

Baserat på indata som redovisas i *Bilaga A Beräkningar* har individriskbidraget från Edsborgsvägen på detaljpanelagt område beräknats och visas i figur 4.



Figur 4 Gul kontur anger ALARP- områdets undre gräns ($1 \cdot 10^{-7}$) och röd kontur anger ALARP- områdets övre gräns ($1 \cdot 10^{-5}$). Orange kontur anger $1 \cdot 10^{-6}$

Avståndet från Edsborgsvägen till övre ALARP-gräns är 20 meter och avståndet från väg till undre ALARP-gräns är 66 m. Samtidigt är avståndet mellan byggnadsverk inom ny detaljplan och väg minst 30 m. Det innebär att individrisknivån på planerade byggnadsverk är acceptabel förutsatt att praktiskt och ekonomist försvarbara riskreducerande åtgärder implementeras. Delar av

allmän platsmark är lokaliserad inom 20 m från Edsborgsvägen och således ska åtgärder genomföras.

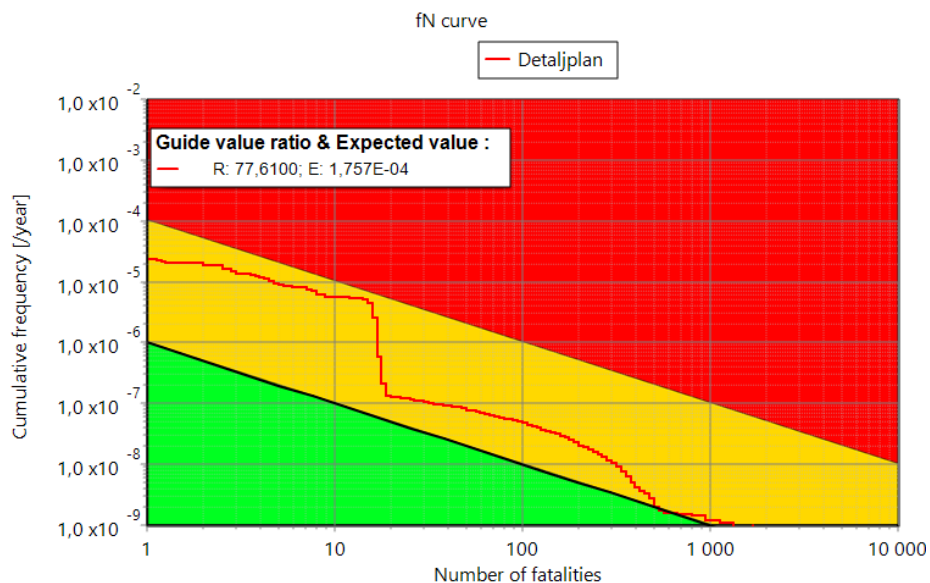
Utifrån individriskberäkningarna utläses att antänt utsläpp av brandfarlig vätska (ADR 3) och gasspridning (ADR 2.1 och 2.3) bidrar till den samlade individrisken. För att begränsa konsekvenserna från pölbränder ska befintlig höjdskillnad inom detaljplan (43 m.ö.h) och väg (42 m.ö.h) säkerställas vilket innebär att vid olycka med farligt gods förväntas brandfarlig vätska inte rinna intill byggnadsverk. Vid Edsborgsvägens vägkant finns även ett dike som förväntas medföra att utbredning av brandfarlig vätska begränsas. I tillägg ska eventuella fasader inom 40 meter från Edsborgsvägen utföras i obrännbart material och uppfylla brandteknisk klass EI 60. Krav på brandteknisk klass inkluderar eventuella fönster och dörrar.

Individriskberäkningarna visar att gasspridning bidrar till den samlade individrisken. För att begränsa följderna av ett utsläpp ska ventilationsintag placeras på motsatt sida i förhållande till Edsborgsvägen. Därtill ska byggnadsverk inom detaljplan förses med utrymningsvägar som är placerade på motsatt sida i förhållande till Edsborgsvägen.

För att skydda allmän platsmark ska räcke (kapacitetsklass H4b) uppföras längs Edsborgsvägens körfältskant närmst Grafiten 1. Räcket förväntas skydda allmän platsmark mot avåkning och att fordon således kvarstannar på vägen.

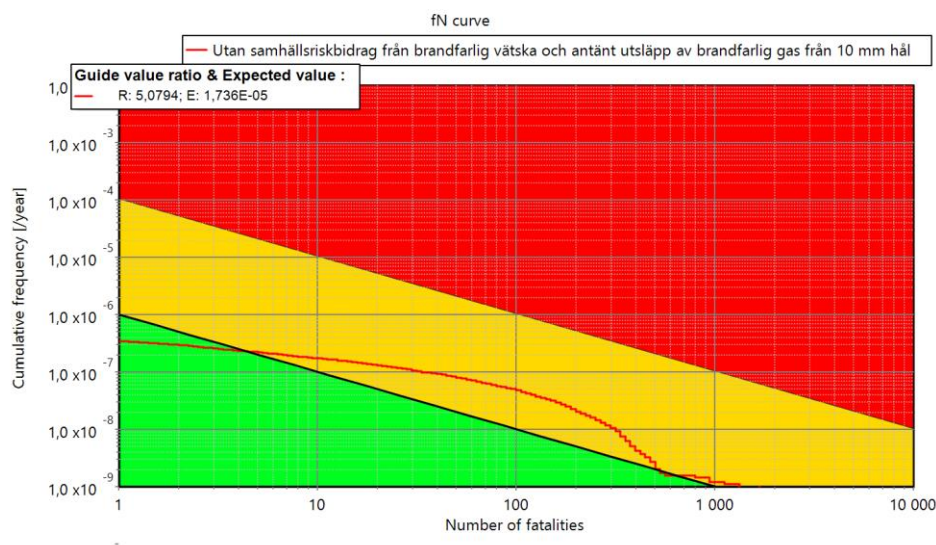
2.1.2 Samhällsrisk

Vid beräkning av samhällsrisk antas att antalet personer som vistas konstant i planområdet under dagtid mellan klockan 07:00-23:00 är 1500 och att antalet personer som befinner sig konstant i planområdet under nattid mellan klockan 23:00-07:00 är 100 personer. Personantalet bedöms som konservativt eftersom byggnadsverk och gc-väg kan stå tomma. Nedan presenteras samhällsriskbidraget från väg på planområdet.



Figur 5 Samhällsriskbidrag från Edsborgsvägen

Utifrån figur 5 utläses att samhällsriskerna hamnar över den undre ALARP-gränsen vilket medför att riskreducerande åtgärder som är praktiska och ekonomiskt försvarbara ska implementeras. Utifrån beräkningarna visas att antänt utsläpp av brandfarlig vätska och antänt utsläpp av brandfarlig gas bidrar till den totala samhällsriskerna. Om räcke, 30 m skyddsavstånd, dike och brandklassad fasad säkerställs bedöms risken från antänt utsläpp av brandfarlig vätska och antänt utsläpp av brandfarlig gas från ett 10 mm hål som tolerabel. Samhällsriskbidrag från antänt utsläpp av brandfarlig gas från medelstort och stort hål, giftig gas och explosiv vara på planområdet visas i figur 6.



Figur 6 Samhällsriskbidrag från väg utan bidrag från pölbränder och antänt utsläpp av brandfarlig gas från 10 mm hål

I figuren ovan visas att samhällsriskerna hamnar närmre den undre ALARP-gränsen men fortfarande inom ALARP. Däremot har konservativa antaganden gjorts vid individ- och samhällsriskberäkningar, förväntad hastighet bedöms vara lägre än 70 km/h eftersom rondell finns i närheten och att ett räcke finns installerat i mitten av körbanan. Mittenräcket förväntas medföra att riskbidraget från körfältet längst bort från detaljplanen begränsas och således bedöms verklig samhällsrisk som lägre jämfört med den beräknade.

3 Riskreducerande åtgärder

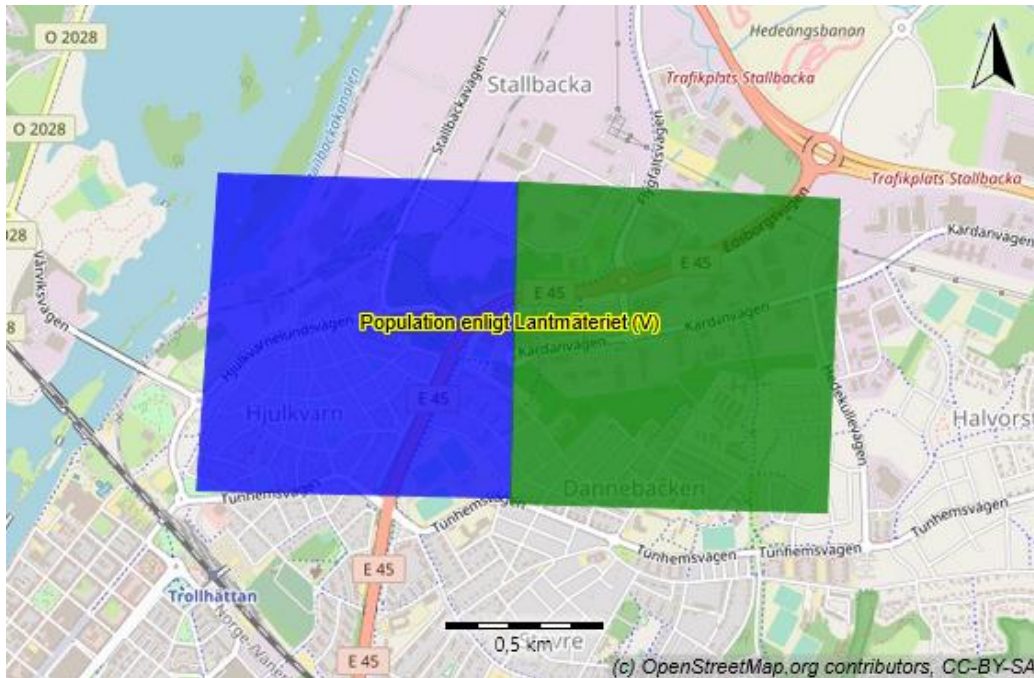
Nedan presenteras riskreducerande åtgärder för att reducera risker från Edsborgsvägen på fastigheten Grafiten 1 samt gc-väg inom detaljplan.

- Ett skyddsavstånd på 30 m ska implementeras mellan Edsborgsvägen och byggnadersverk. Avståndet gäller från byggnadsverk till körfältets kant närmst Grafiten 1⁶.
- Fasad på byggnadsverk uppförs i minst brandteknisk klass EI 60 inom 40 meter från körfältets kant närmst Grafiten 1 och ska bestå av obrännbart material. Eventuella dörrar och fönster ska även uppföras i minst brandteknisk klass EI 60.
- Ventilationsintag till byggnadsverk placeras på motsatt sida i förhållande till Edsborgsvägen.
- Säkerställ att byggnadsverk förses med minst en utrymningsväg på motsatt sida i förhållande till Edsborgsvägen.
- Ett räcke (kapacitetsklass H4b) längs Edsborgsvägen ska uppföras där gc-väg är lokaliserad inom 20 m från Edsborgsvägens körfältskant närmst Grafiten 1. Det rekommenderas att ett räcke (kapacitetsklass H4b) uppförs om gc-väg anläggs inom 66 m från Edsborgsvägens körfältskant närmst Grafiten 1.

⁶ Trafikverket, (Vägbana, körbana, körfält),
<https://bransch.trafikverket.se/contentassets/7341f7f4143b4365a6eda53262f1b9a2/vagbana-korbana-korfalt.pdf>

4 Diskussion

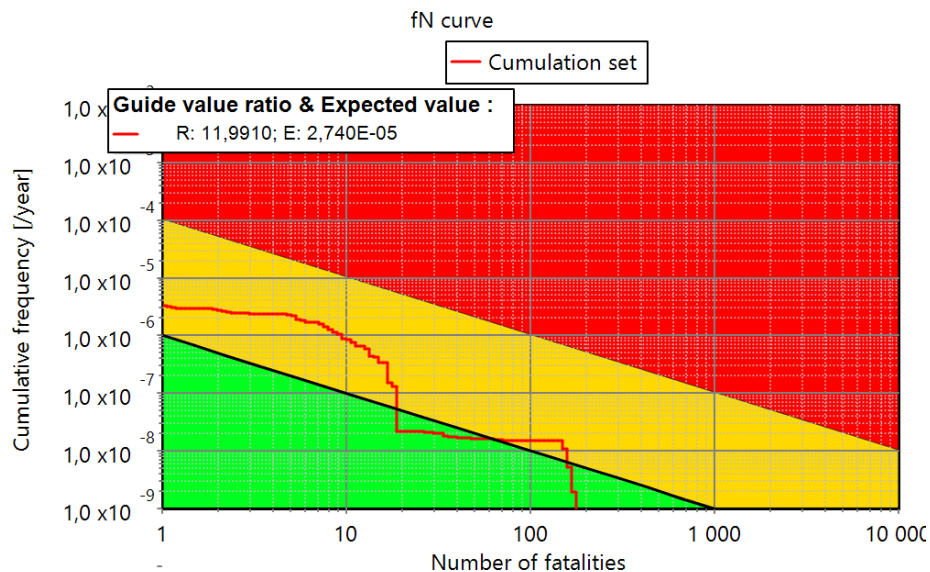
Samhällsrisk är beroende av antalet personer som vistas i närheten av Edsborgsvägen samt vistelsetid. Schablonvärden på befolkningstäthet per kvadratkilometer i Trollhättan finns tillgängligt⁷, se figur 7.



Figur 7 Befolkningstäthet i grön yta (1x1 km) är 1188 och 1287 personer i blå yta (1x1 km).

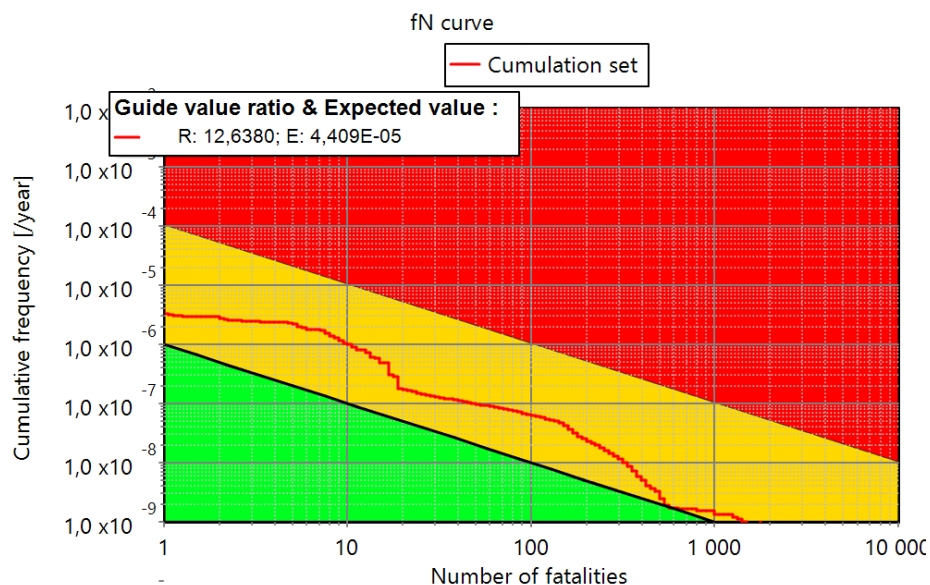
Om värden på befolkningstäthet som visas i figur 7 används förändras samhällsrisk. I figuren nedan visas befintlig samhällsrisk från Edsborgsvägen med åtgärder och utan persontäthet från planområde.

⁷ Totalbefolkning, Lantmäteriet,
https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/search?resultType=swe-details&schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=100&fast=index&content_type=json&sortBy=relevance&or=befolkning. 2024-12-31



Figur 8 Befintligt samhällsrisksbidrag från Edsborgsvägen med åtgärder och utan persontäthet från planområde (1500 personer dagtid och 100 personer nattid).

Vid implementering av ny detaljplan ökas förväntad totalbefolkning i området med 1500 personer dagtid och 100 personer nattid och förändrad samhällsrisk visas nedan.



Figur 9 Samhällsrisikförändring med åtgärder och persontäthet från planområde

Sammantaget bedöms att samhällsriskslägget från ny detaljplan är acceptabel förutsatt att riskreducerande åtgärder beskrivna i avsnitt 3 implementeras. Det styrks av Länsstyrelsens riktlinjer i Västerbotten som beskriver att en fyrfältsväg med en hastighetsbegränsning på 70 km/h och ÅDT mellan 1600–2200 är lämpligt skyddsavstånd mellan väg och markanvändningszon D 30 m förutsatt att invallning installeras. Utformning på invallningsskydd inkluderar dike som är

minst 3,0 m brett. Diket intill Edsborgsvägen är inte 3,0 m brett men fler riskreducerande åtgärder än invallning presenteras i avsnitt 3 som sammantaget bedöms ge ett likvärdigt som ett dike beskrivet i Länsstyrelsens riktlinjer.

5 Slutsats

Risker från Edsborgsvägen kopplat till liv och hälsa på fastigheten Grafiten 1 samt gc-väg inom detaljplan i Trollhättans kommun bedöms som acceptabla förutsatt att riskreducerande åtgärder implementeras.

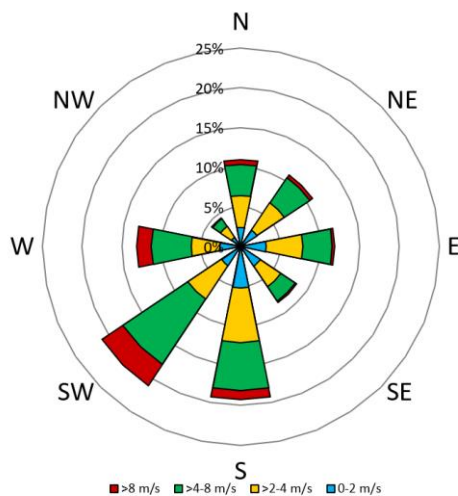
Bilaga A Beräkningar

Mjukvaran RISKCURVES, framtagen av Gexcon har använts för att kvantitativt beräkna storleken på risken genom att beräkna individrisken och samhällsrisken på planerad detaljplan⁸. *Coloured Books* utgör basen för mjukvarorna och består av fyra böcker: *Yellow Book*, *Green Book*, *Purple Book* och *Red Book*. De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books*, men modellerna har vidareutvecklats efter att *Coloured Books* senast uppdaterades, år 2005, för att ta hänsyn till den senaste forskningen och vetenskapliga data⁹.

*Yellow Book*¹⁰ beskriver möjliga riskscenarier och fysikaliska fenomen vid ett utsläpp av farliga ämnen och *Green Book*¹¹ beskriver metoder för att bedöma hur sådana fenomen kan påverka människor i omgivningen. Mjukvarorna använder främst dessa två böcker för att modellera utsläppsscenario och deras konsekvenser. *Purple Book*¹² beskriver hur man ska genomföra en kvalitativ riskanalys med riskmåten individrisk och samhällsrisk och presenterar generiska felfrekvenser för komponenter som används vid hantering av farliga ämnen. Denna bok används således av mjukvaran för att beräkna risknivåer¹⁵.

Väder- och vindförhållanden

Vindriktning och vindens hastighet är betydande vid beräkning av konsekvenser vid utsläpp av farligt gods. Vinddata har inhämtats från närmaste aktiva representativa SMHI-vädermätstation, Såtenäs (82260), och presenteras i Figur 10 nedan i en vindros¹³. Figuren visar att vindarna blåser mestadels från syd.



Figur 10. Vindros framtagen med vinddata från mätstation Såtenäs

⁸ Gexcon, RISKCURVES version 12.4.0, 2025

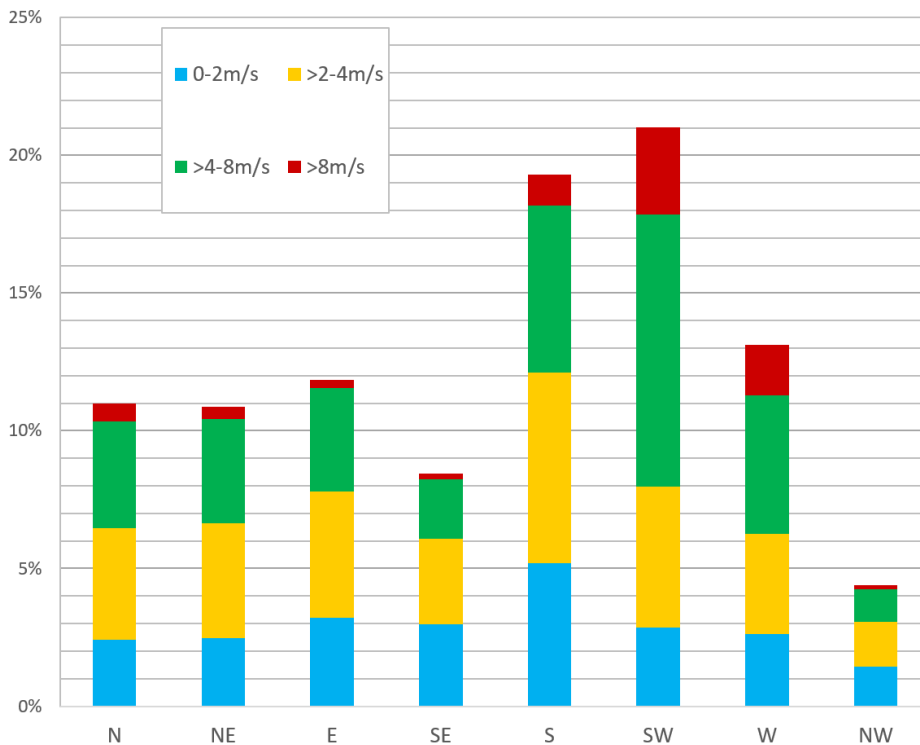
⁹ Gexcon, What are the Coloured Books? <https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/> 2022

¹⁰ VROM. Yellow book- Methods for the calculation of Physical Effects (CPR 14E), Third edition Second revised. 2005

¹¹ Committee for the Prevention of Disasters. Methods for the determination of possible damage - 'Green book' 1989

¹² VROM, Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book" (CPR 18E), 2005

¹³ SMHI, Ladda ner meteorologiska observationer, <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>

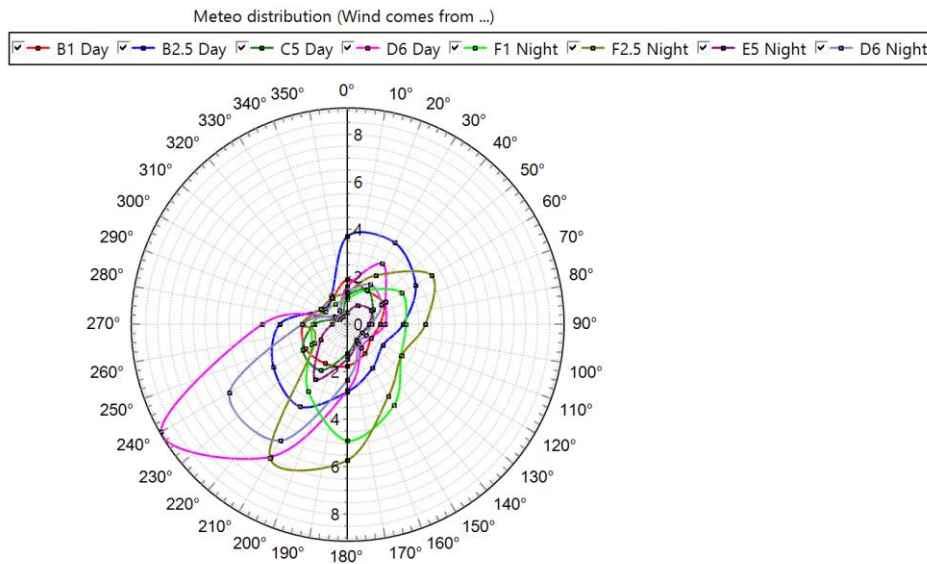


Figur 11. Diagram för vind framtagen med vinddata från mätstation Såtenäs.

Utifrån denna vinddata har en fördelning av väderklasser innehållandes stabilitetsklass samt vindhastighet tagits fram och ansatts i *RISKCURVES*. Stabilitetsklass bestäms av vindhastighet samt inkommande solstrålning dagtid respektive molntäcke nattetid¹⁴. Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.

I figuren nedan presenteras en vindros med vindriktning, väderklasser och vindhastighet som den redovisas i mjukvaran *RISKCURVES*. 0 grader utgör nordlig vindriktning. De olika konturerna i figuren representerar väderklasser där bokstaven står för stabilitetsklass A-F, A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten i meter per sekund. Exempelvis betyder F1 stabilitetsklass F och vindhastighet 1 meter per sekund. Sannolikheten för respektive väderklass presenteras av den lodräta skalan i figuren.

¹⁴ Pasquill, 1961, The estimation of Dispersion of Windborne Material, Meteorological Magazine (90), ss 33-49



Figur 12. Vindros som använts vid beräkningar. 0 grader utgör nordlig vindriktning, bokstaven står för stabilitetsklass A-F, där A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten.

Sannolikhetsbedömningar

För transport med farligt gods görs sannolikhetsbedömningen mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket¹⁵. Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods.

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredje person har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka¹³.

¹⁵ Hedenström, R.; Lange, T. Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Räddningsverket. 1997. Karlstad.

Ekvation 1. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.

$$P_{olycka} = N * W_{ADR} Q * 10 - 6 * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

P_{olycka} = Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods

N = ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)

W_{ADR} = Andel för den specifika klassen farligt gods

Q = Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)

s = Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)

X = Andelen fordon skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor

365 = Antal dagar på ett år

I_{FG} = Index för farligt gods olycka

I tabell 2 presenteras indata i ovanstående ekvation för Edsborgsvägen med en hastighetsbegränsning på 70 km/h.

Tabell 2. Indata för sannolikhetsfördelningar.

Indata	Värde	Kommentar
N	32 289	Årsdygnsmedeltrafik uppräknad till år 2045.
W_{ADR}	-	Andel för respektive farligt gods-klass, se tabell 3
Q	0,6	Motsvarar en flerfältsväg med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort.
s	1,00	Har ansatts till 1,00 eftersom vi är intresserade av olycka per kilometer och år.
X	97	Cirka 6 % av fordonen på aktuell väg utgörs av tung trafik ¹⁶ . 5 % av den tunga trafiken antas transportera farligt gods (Trafikanalys, 2012).
Y	0,30	Motsvarar en flerfältsväg med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort.
I_{FG}	0,13	Motsvarar en flerfältsväg med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort.

I tabell 3 presenteras ett medelvärde av farligt gods-fördelning som baseras på nationell statistik framtagen av trafikanalys lastbilstrafik avseende år 2021¹⁷.

¹⁶ Trafikverket, NVDB på karta, <https://nvdbpakarta.trafikverket.se/map>

¹⁷ Trafikanalys, Lastbilstrafik 2021 Statistik 2022:16

Tabell 3. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på det nationella snittet 2021 för antalet körda kilometer med farligt gods.

ADR-klass		Fördelning
1	Explosiva ämnen och föremål	0,69 %
2	Gaser (brandfarliga, icke-brandfarliga samt giftiga gaser)	30,89%
3	Brandfarliga vätskor	42,60 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	2,49 %
5.1	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	3,36 %
6.1	Giftiga ämnen	4,27 %
6.2	Smittsamma ämnen	0,60 %
7	Radioaktiva ämnen	0,10 %
8	Frätande ämnen	11,53 %
9	Övriga farliga ämnen	3,46 %

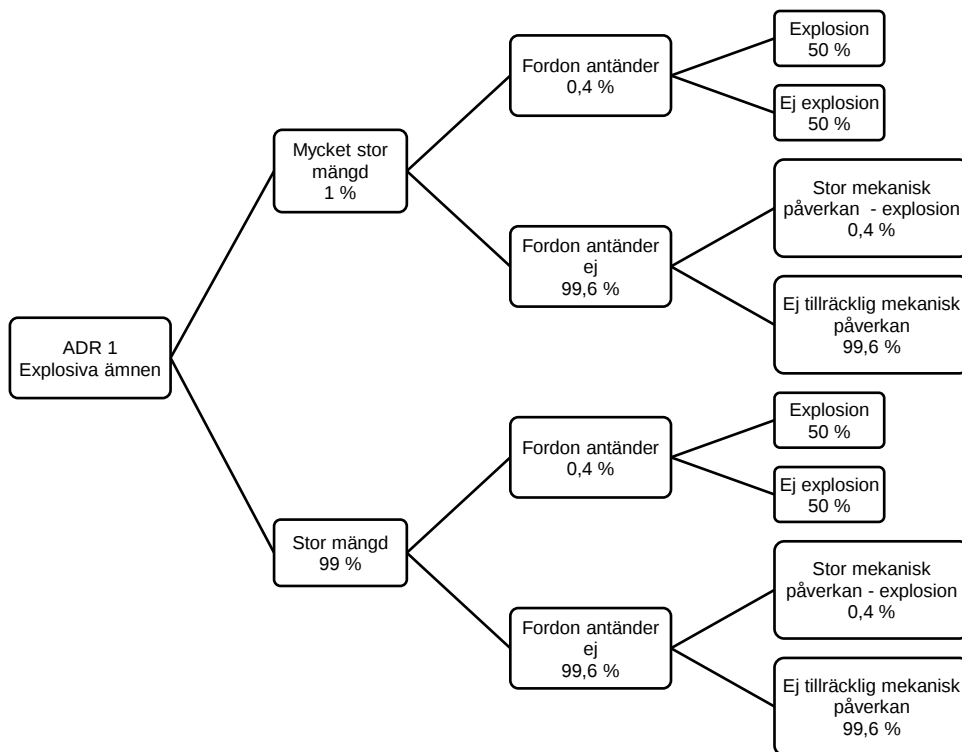
Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1

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 klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd, 10–110 meter¹⁸. Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning inkluderas därför endast transporter med massexplosiva varor.

Händelseträdet i figur 13 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på väg.

¹⁸ Linderstad, H; Ander, H. Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods. 1997. Stadsbyggnadskontoret



Figur 13. Händelsesträd för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster då strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen. I denna utredning bedöms 1 % av alla transporter på väg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last (16 ton) och alla övriga transporter vara lastade med max 1000 kg.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand i fordonet uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt behöver de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. För vägtrafikolycka bedöms den vara cirka 0,4 %. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert då denna typ av statistik inte funnits tillgänglig under riskutredningen. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändigt 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 explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50 %.

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. Vidare är moderna lastbilar konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan

orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. En konservativ bedömning är att det är lika sannolikt med tillräckligt stor mekaniska påverkan vid en trafikolycka som det är att det uppstår en brand vid en trafikolycka med tung trafik, alltså 0,4 % för en vägtrafikolycka.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

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 lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle 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. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckaget antänder. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar¹⁹.

Skulle ett läckage uppstå är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms utsläppsscenarioer i tabellen nedan vara representativa där håldiametrar beräknats i mjukvaran RISKCURVES.

Tabell 4. Utsläppsscenarioer för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas.

Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker det en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder erhålls stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i tabell 5 presenteras de antändningsscenarioer som har beräknats.

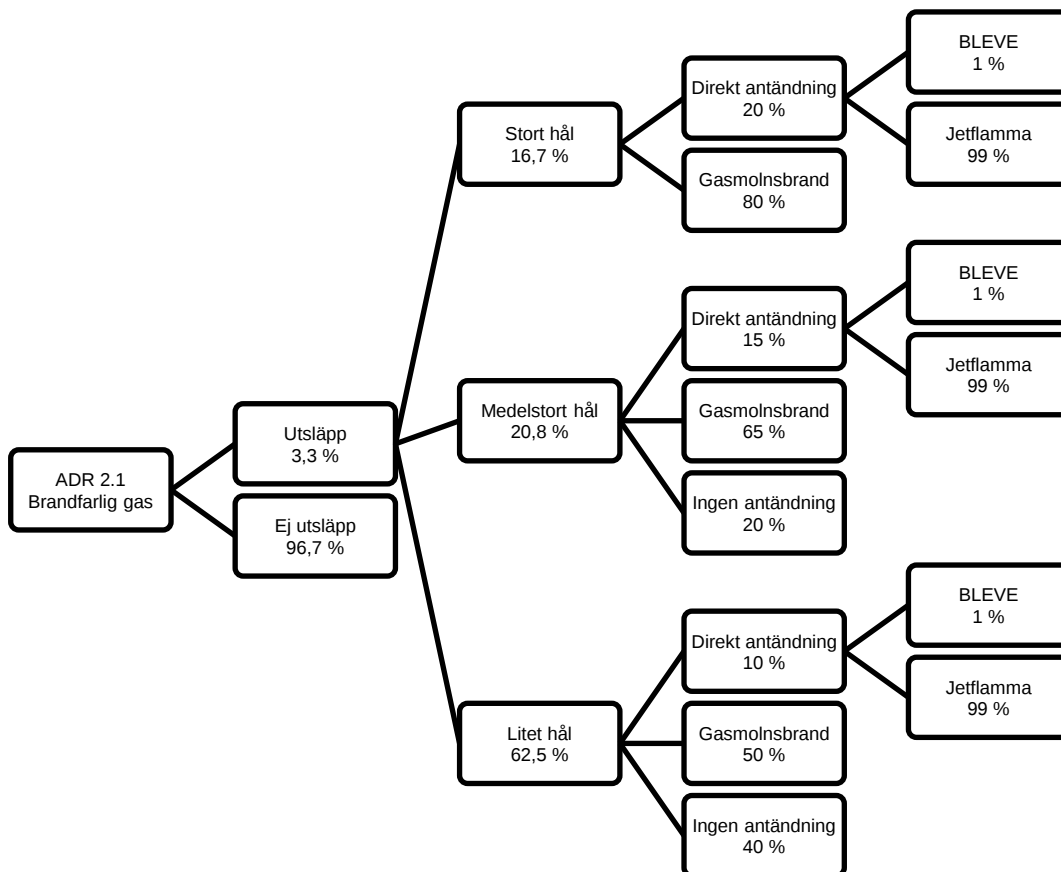
Tabell 5. Antändningsscenarioer vid utsläpp av brandfarlig gas för väg.²⁰

Utsläpp Väg	Direkt antändning	Ingen antändning	Fördröjd antändning
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

¹⁹ Hedenström, R.; Lange, T. Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Räddningsverket. 1997. Karlstad.

²⁰ Purdy, G, Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail p. 234. 1993

Händelseträdet i figur 14 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.



Figur 14 Händelsetråd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antändas direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flaman.

Det andra scenariot har låg sannolikhet, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot och tryckpåverkan som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE antas konservativt utgöra 1 % av samtliga farligt godsolyckor med brandfarlig gas där direkt antändning sker.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläpp

inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg 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 stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför ha låg sannolikhet och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i figur 10.

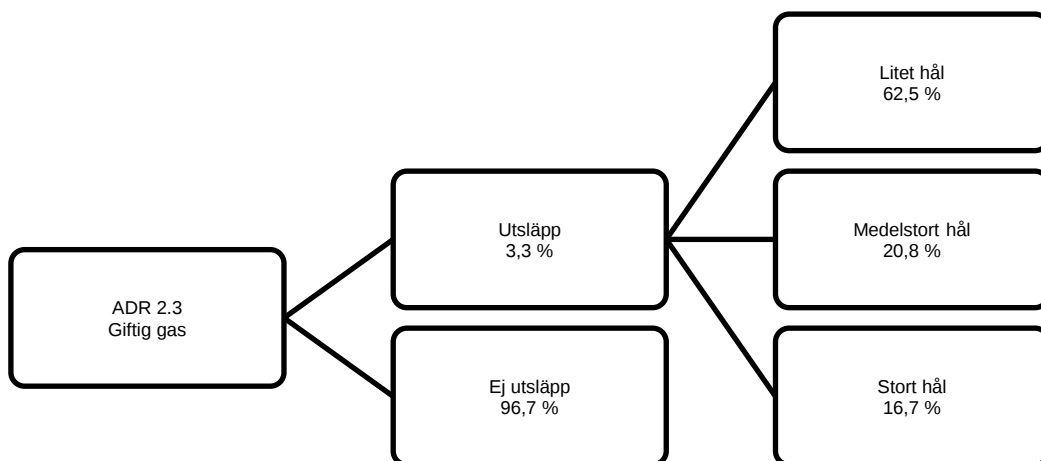
Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

Farlig 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.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras i Sverige är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. Eftersom klor vanligtvis transporteras på järnväg har svaveldioxid använts som dimensionerande ämne i beräkningar för utsläpp vid farligt godsolycka på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar²¹. Händelseträdet i figur 15 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.

²¹ Hedenström, R.; Lange, T. Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Räddningsverket. 1997. Karlstad.



Figur 15 Händelseträd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Utsläppets storlek har antagits på motsvarande sätt som för brandfarlig gas och beräknats i RISKCURVES, se tabell 6 nedan. Givet en farligt godsolycka (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,625; 0,208; 0,167²².

Tabell 6 Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av giftig gas²³.

Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i figur 10.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga

²² Helmersson, L. Banverket. 1994 Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)

²³ Hedenström, R.; Lange, T. Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Räddningsverket. 1997. Karlstad.

vätskor är bensen, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder sannolikt bensen och E85 enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, hexan.

Nedan i tabell 7 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 7. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka²⁴.

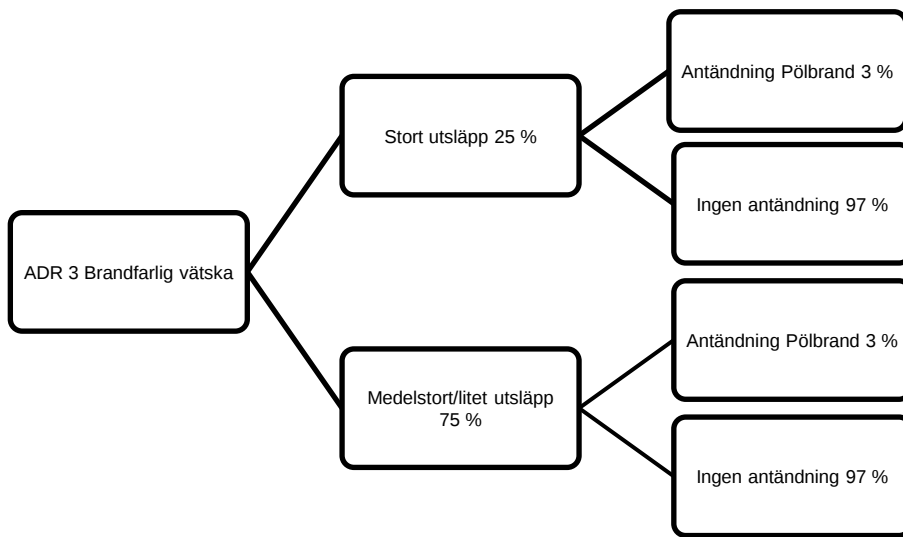
Utsläppbeskrivning	Sannolikhet
Medelstort/litet kontinuerligt utsläpp	0,75
Stort utsläpp, allt antas släppas ut momentant	0,25

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 osannolikt på ett avstånd om mer än 50 meter från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle kunna ge upphov till en gasmolnsbrand vid fördröjd antändning. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Simuleringar som genomförts i mjukvaran RISKCURVES visar dock att gasmolnsbrand inte är aktuellt vid utsläpp av brandfarlig vätska med aktuella förutsättningar.

I tabellen nedan presenteras sannolikheten för de olika antändningsscenarierna. Händelseträdet i Figur 16 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska på väg.

²⁴ Hedenström, R.; Lange, T. Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Räddningsverket. 1997. Karlstad.



Figur 16. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

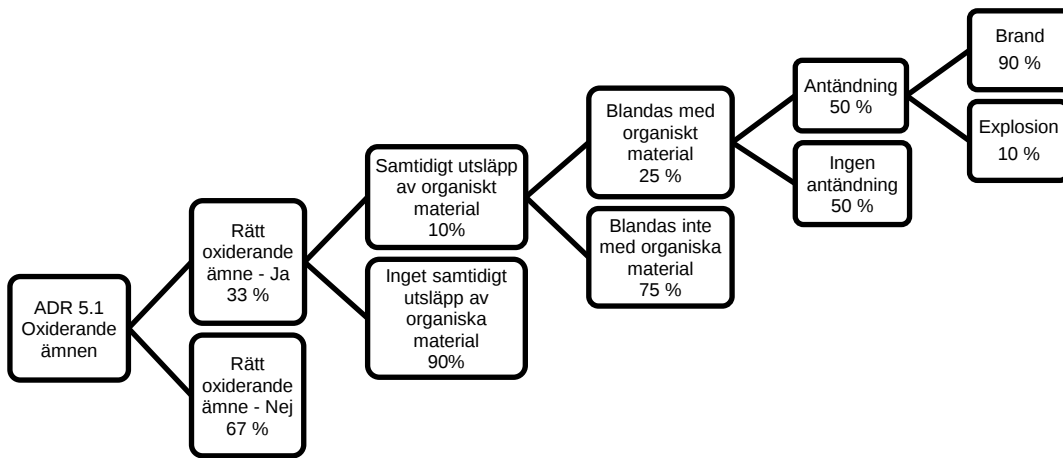
Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5

Ett utsläpp av ämnen i ADR-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 tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår. Ammoniumnitrat har historiskt sett inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

I denna analys har det antagits att en tredjedel av ämnena i klass 5 som transporteras på väg kan leda till allvarliga konsekvenser vid ett utsläpp.

Vid en trafikolycka på väg med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10 % av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25 %. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50 %. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90 %) än en explosion (10 %).

Händelseträdet i figur 17 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med oxiderande ämnen.



Figur 17 Händelseträd för ADR-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

Konsekvensbedömningar

I följande avsnitt beskrivs skadekriterier för konsekvensbedömningar och de beräknade konsekvensavstånden.

Skadekriterier

Nedan presenteras skadekriterier för strålning, övertryck samt toxicitet.

Strålning

För samtliga antändningsfenomen som ger en flamma (gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot) ansätts 100 % dödlighet inom flammans utbredning, vilket bedöms vara ett konservativt antagande. För momentana flammor som uppkommer vid gasmolnsbrand och eldklot, har det antagits att personer inte omkommer utanför flammans utbredningsområde.

För scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid (jetflamma och pölbrand) beräknas dödligheten genom en sårbarhetsmodell i *Green Book*²⁵ som baseras på en probitfunktion, se ekvationen nedan där q är infallande strålning och t är tiden för exponering.

Ekvation 2. Dödlighet till följd av värmestrålning.

$$Pr = -36,38 + 2,56 \times \ln (q^{4/3} \times t)$$

Övertryck

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som till exempel splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, där speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i eller i närheten av byggnader löper en större risk för att omkomma till följd av övertryck.

För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) antas dödligheten för personer konservativt vara 100 % vid övertryck som innebär att byggnader kollapsar. För personer som vistas inomhus antas det även att cirka 2,5 % av personer omkommer vid lägre tryckverkan till följd av glassplitter. Övertrycket som likställs med 100 % dödlighet sätts till 30 kPa och övertrycket för 2,5 % dödlighet sätts till 10 kPa i enlighet med angivna värden i *Purple Book*²⁶.

Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden som hämtas från kemikalie-databasen DIPPR. Varje toxiskt ämne har sina egna probitvärden (a , b och n) som anger dödligheten vid olika koncentrationer (C) och tidsintervall (t).

Ekvation 3. Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen.

$$Pr = a + b \times \ln (C^n \times t)$$

Dödligheten inomhus antas vara 10 % av dödligheten utomhus då endast en del av de toxiska gaserna kan ta sig in genom ventilation eller öppna fönster.

²⁵ Committee for the Prevention of Disasters. Methods for the determination of possible damage - 'Green book' 1989

²⁶ VROM, Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book" (CPR 18E), 2005

Vid långvarig exponering kan koncentrationen inomhus öka till samma koncentrationer som utomhus, dock bedöms personer stänga fönster och ventilation efter att VMA utfärdas och därför bedöms 10 % dödlighet inomhus vara ett konservativt antagande.

Personer bedöms inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter.

Konsekvensavstånd

Mjukvaran *RISKCURVES* simulerar konsekvensavstånd baserat på ämnets egenskaper, utsläppsscenario, omgivningens förutsättningar samt vindförhållanden. I detta avsnitt ges en överblick över vilka utsläppsscenarioer som ger korta respektive långa konsekvensavstånd vid transport av farligt gods på väg.

Vid simulering i mjukvaran erhålls för de olika riskfenomenen konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods på väg. I tabell 8 redovisas det maximala konsekvensavståndet för de olika ADR-klasserna som utretts i denna utredning samt vilket riskfenomen som lett till respektive konsekvensavstånd.

Tabell 8. Maximala konsekvensavstånd vid farligt godsolycka på väg. Konsekvensavstånden gäller vid 70 km/h

ADR-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvens- avstånd från Edsborgsvägen (1 % dödlighet utifrån ovan presenterade skadekriterier)
1 Explosiva ämnen och föremål	Explosion	92 meter
2.1 Brandfarliga gaser	BLEVE	216 meter
2.3 Giftiga gaser	Toxiska effekter	1479 meter
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand	44 meter
5.1 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Explosion	52 meter