

SKÖVDE KOMMUN

# Riskutredning del av Mariesjö

Transport av farligt gods

Uppdragsnr.: 108 83 78 Revision: 1.1 Datum: 2024-03-22



**Uppdragsgivare:** SKÖVDE KOMMUN  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Denise Forsell  
**Konsult:** Norconsult Sverige AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** Johan Hultman  
**Handläggare:** Robert Kallin

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
0.8	2023-11-27	Interngranskning	Robert Kallin		
0.9	2023-11-30	Externgranskning	Robert Kallin	Johan Hultman	Johan Hultman
1.0	2023-12-21	Färdig handling	Robert Kallin	Johan Hultman	Johan Hultman
1.1	2024-03-22	Färdig handling	Robert Kallin	Johan Hultman	Johan Hultman

Detta dokument är framtaget av Norconsult som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

## Sammanfattning

Skövde kommun arbetar med detaljplaner för Kv Eldaren och Kv Bromsaren i Mariesjö. Detaljplanerna syftar till att möjliggöra för byggnation av bostäder, skola, parkeringshus, idrottshall, gym samt dagligvaruhandel. Norconsult AB har av Skövde kommun fått i uppdrag att ta fram en kvantitativ riskutredning som behandlar riskerna med transporter av farligt gods på väg 26 och dess konsekvenser för planområdena.

Beräkningarna av risknivåerna utifrån transporter av farligt gods visar att individrisken är acceptabel på cirka 30 meter från väggkant. Närmaste planområde planeras cirka 25 meter från väg 26 vilket medför att individrisken är på en acceptabel nivå inom i stort sett hela planområdena.

Samhällsrisken för transporter av farligt gods på väg 26 ligger inom det område där tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. De dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser (jetflamma, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion och BLEVE). Utifrån dessa dimensionerande olyckor, platsspecifika förutsättningar och personer närvarande i de olika bebyggelseområdena föreslås följande åtgärder.

För byggnad innehållande idrottshall, gym samt dagligvaruhandel:

- Ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i öst ska utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30.
- Upp till 4 meter över marknivå ska ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i söder och norr utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30. Om byggnaden förses med garage i källarplan gäller inte kravet på garagets ytterväggskonstruktion.
- Dimensionera byggnaden för att motstå påfrestning från gasexplosion motsvarande 10 kg gasol med explosionscentrum i väggkant på väg 26.
- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För parkeringshuset:

- Ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i öst ska utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30.
- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För övriga byggnader inom 150 meter:

- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För byggnader bortanför 150 meter anses avståndet till väg 26 vara en tillräcklig skyddsåtgärd.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte och mål	5
1.2	Avgränsningar	5
<b>2</b>	<b>Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen</b>	<b>6</b>
2.1	Vad är risker?	6
2.2	Riskhantering	7
2.3	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	8
<b>3</b>	<b>Risker med transport av farligt gods</b>	<b>11</b>
3.1	Typer av farligt gods	11
3.2	Konsekvenser av en olycka med farligt gods	11
<b>4</b>	<b>Områdesbeskrivning</b>	<b>13</b>
4.1	Området	13
4.2	Antalet personer närvarande	14
<b>5</b>	<b>Riskidentifiering</b>	<b>16</b>
5.1	Väg 26	16
<b>6</b>	<b>Risکانالys och riskvärdering</b>	<b>19</b>
6.1	Individrisk	19
6.2	Samhällsrisk	20
6.3	Osäkerhetsanalys	20
6.4	Visualisering	22
<b>7</b>	<b>Åtgärdsförslag</b>	<b>24</b>
7.1	Skyddsåtgärd som ökar fasadens explosionstålighet	24
7.2	Skyddsåtgärd jetflamma	25
7.3	Skyddsåtgärd gasmolnsbrand	25
7.4	Övriga skyddsåtgärder	26
<b>8</b>	<b>Diskussion och slutsats</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>28</b>

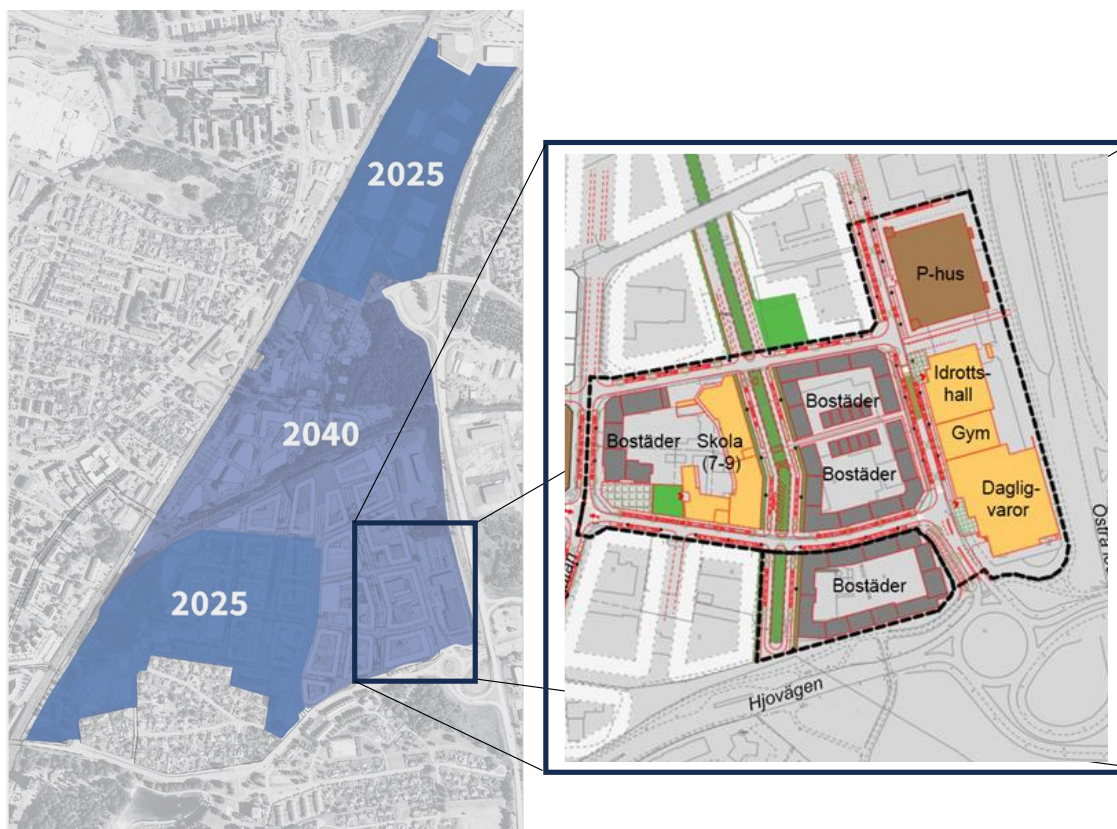
Bilaga 1 – Riskberäkning för transport av farligt gods på väg



# 1 Inledning

Skövde kommun avser att ta fram detaljplaner för Kv Eldaren m.fl samt Kv Bromsaren 4 i Mariesjö. Detaljplanerna syftar till att möjliggöra för en byggnation av bostäder, skola, parkeringshus, idrottshall, gym samt dagligvaruhandel. Planområdena ingår som en del i strukturplanen kring planprogrammet för Mariesjö. Tidigare riskutredning för planprogrammet för Mariesjö har gjorts av Norconsult (2020a) samt fördjupad för Stallsiken Södra (Norconsult, 2019). Till vänster i Figur 1 visas området för planprogrammet Mariesjö och till höger i samma figur visas området som behandlas i denna riskutredning.

Norconsult AB har av Skövde kommun fått i uppdrag att ta fram en kvantitativ riskutredning som behandlar riskerna med transporter av farligt gods på väg 26 och dess konsekvenser vid Kv Eldaren och Kv Bromsaren. Riskutredningen är en fördjupning av den tidigare riskutredningen som gjorts för planprogrammet för Mariesjö (Norconsult, 2020a) och delar som är relevanta för aktuella detaljplaner ersätter dessa delar från utredningen gjord för planprogrammet.



Figur 1. Översiktsskarta över planprogram Mariesjö t.v och detaljerad figur över detaljplaner för Kv Eldaren och Kv Bromsaren t.h.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att verka som ett beslutsunderlag för att inom detaljplan- och bygglovsprocessen kunna förhålla sig till olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods. Detta ska genomföras i ett tidigt skede och på ett betryggande sätt enligt Plan- och bygglagen (2010:900).

Målet med riskutredningen är att bedöma den förändrade markanvändningens lämplighet samt bedöma behovet av riskreducerande åtgärder i samband med den nya bebyggelsen. Riskutredningen ska även verka som stöd inom vidare arbete inom bygglovsprocessen.

## 1.2 Avgränsningar

En olyckshändelse kan få många olika konsekvenser: materiella skador, miljöskador, skadade personer och omkomna personer. Det är svårt att beräkna skador på miljön, hus och personer. I sådana fall måste det även beaktas hur svår skadan är. Det är enklare (rent utredningsmässigt) att räkna på antalet omkomna. Därför uttrycks konsekvensen av en olyckshändelse med farligt gods oftast endast som antalet omkomna. En bakomliggande tanke är att antalet skadade och övriga skador är proportionerligt till antalet omkomna. Även när kriterier för risknivåer vid transport av farligt gods bestäms diskuteras oftast hur många som omkommer. Därför kommer beräkningar i denna riskutredning avgränsas till antalet omkomna vid en olyckshändelse kopplat till transporter av farligt gods.

Riskutredningen kommer även avgränsas till att endast utreda tekniska olyckor kopplade till transporter av farligt gods, samt avgränsas geografiskt till transportlederna förbi den nya bebyggelsen. Resultatet kommer redovisas utifrån prognosår 2040 utifrån trafikflöden som tagits fram av COWI.

## 2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen

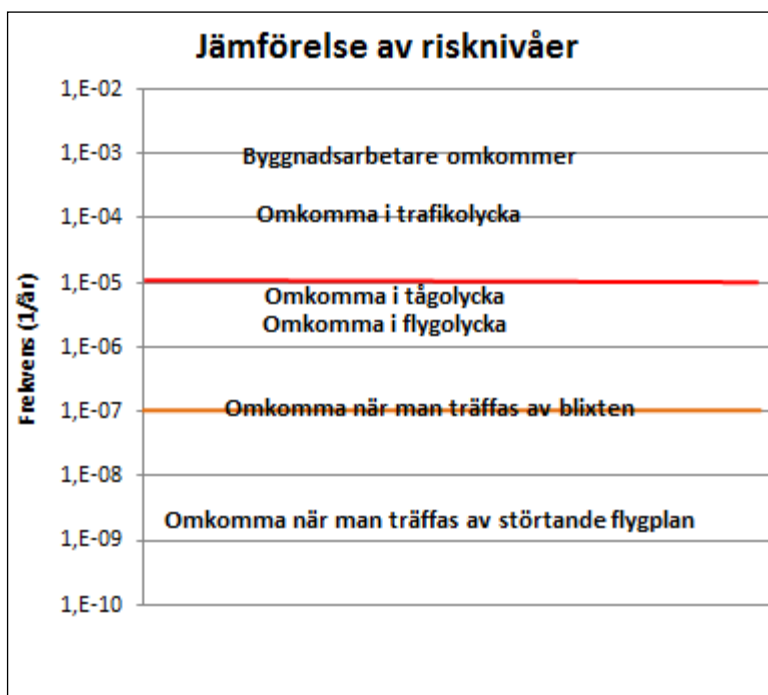
I detta kapitel definieras begreppet risk. Utöver detta beskrivs bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods. I kapitlet beskrivs även processen för riskhantering.

### 2.1 Vad är risker?

Risker beror på att händelser kan inträffa som har oönskade konsekvenser. Viktiga frågor är: "Hur ofta kan dessa händelser inträffa?" och "Vad är följderna om den händelsen inträffar?". Det handlar om sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Risk definieras därför oftast som sannolikheten för oönskade händelser multiplicerat med konsekvenserna av dessa händelser.

Sannolikheten brukar uttryckas som antal gånger det förväntas att en händelse kommer att inträffa under ett år. Detta kan bli ett väldigt litet tal för händelser som inte förväntas inträffa så ofta. En sannolikhet på 0,001 per år innebär att olyckan förväntas ske en gång på 1000 år. Sannolikheten för olyckor med farligt gods är oftast mycket lägre, exempelvis 0,000 001 per år eller en gång på 1 000 000 år (matematiskt kan detta uttryckas som  $1 \times 10^{-6}$  per år).

Risker finns överallt omkring oss. Några risker och deras sannolikheter anges i Figur 2.



Figur 2. Exempel på vilka risknivåer som finns i samhället. De röda och orangea strecken är kriterier för bedömning av risknivåer och förklaras i avsnitt 2.3.

Vid riskutredning för den fysiska planeringen skiljs det på individrisk och samhällsrisk. Individrisken är risken för en person att omkomma i en olycka när han/hon befinner sig på en specifik plats i närheten av en riskkälla. För individrisken antas att personen befinner sig på denna plats under ett helt år. Risken uttrycks som risken att omkomma i en olycka under det året. Individrisken är ett mått på hur farligt det är på en viss plats och tar inte hänsyn till hur många människor som kommer att befinna sig på platsen. Individrisken är ett lämpligt mått vid riskbedömning för områden där det endast kommer att vistas ett fåtal människor.

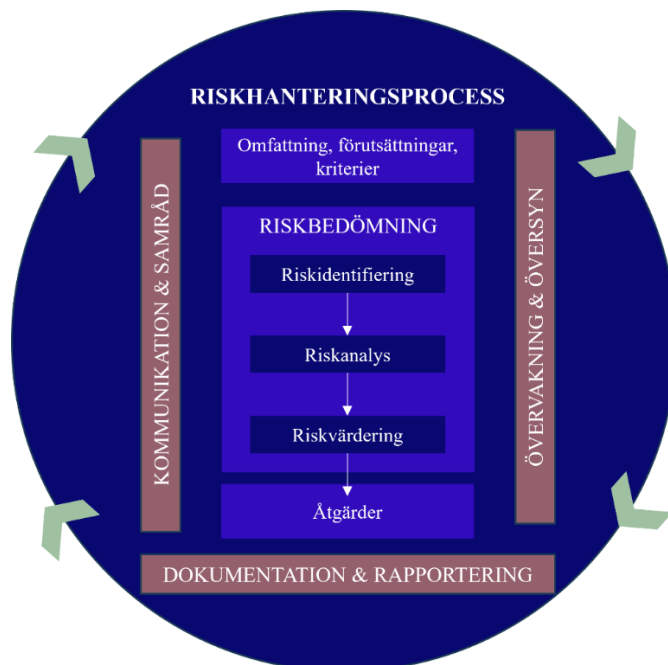
Samhällsrisk är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet dels på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 m från en transportled för farligt gods. Samhällsrisk anges som sannolikheten för olyckor där minst ett visst antal personer omkommer.

## 2.2 Riskhantering

### 2.2.1 Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen

Krav på hantering av risker i den fysiska planeringen finns i Plan- och bygglagen (2010:900) och miljöbalken (1998:808). Kraven innebär att människors hälsa och säkerhet ska beaktas så tidigt som möjligt i detaljplaneprocessen. Ofta startar detta arbete redan i programsamrådet för detaljplanen för att sedan bli mera detaljerat i plansamrådet. Riskfrågan bör då vara så pass utredd att den kan utgöra ett beslutsunderlag för att avgöra om risken anses tolerabel eller inte. Slutsatserna från riskbedömningen bör föras in i planhandlingarna. Om riskreducerande åtgärder krävs för att nå en tolerabel risknivå ska dessa om möjligt föras in som planbestämmelser på plankartan. Åtgärder som inte omfattas av detaljplanen bör befastas på annat sätt, till exempel genom avtal.

Riskutredningen för den planerade bebyggelsen görs enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000 (SIS, 2018), se Figur 3. Riskhanteringsprocessen delas in i olika steg; riskidentifiering, riskanalys, riskvärdering och riskreducerande åtgärder.



Figur 3. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000 (SIS, 2018).

Riskidentifieringen omfattar en utredning av riskkällor och skyddsvärden i planområdets omgivning. Riskkällor som beaktas i riskidentifieringen utgörs av både transportinfrastruktur och riskfyllda verksamheter. De skyddsvärden för denna riskutredning fokuserar på människors liv och hälsa.



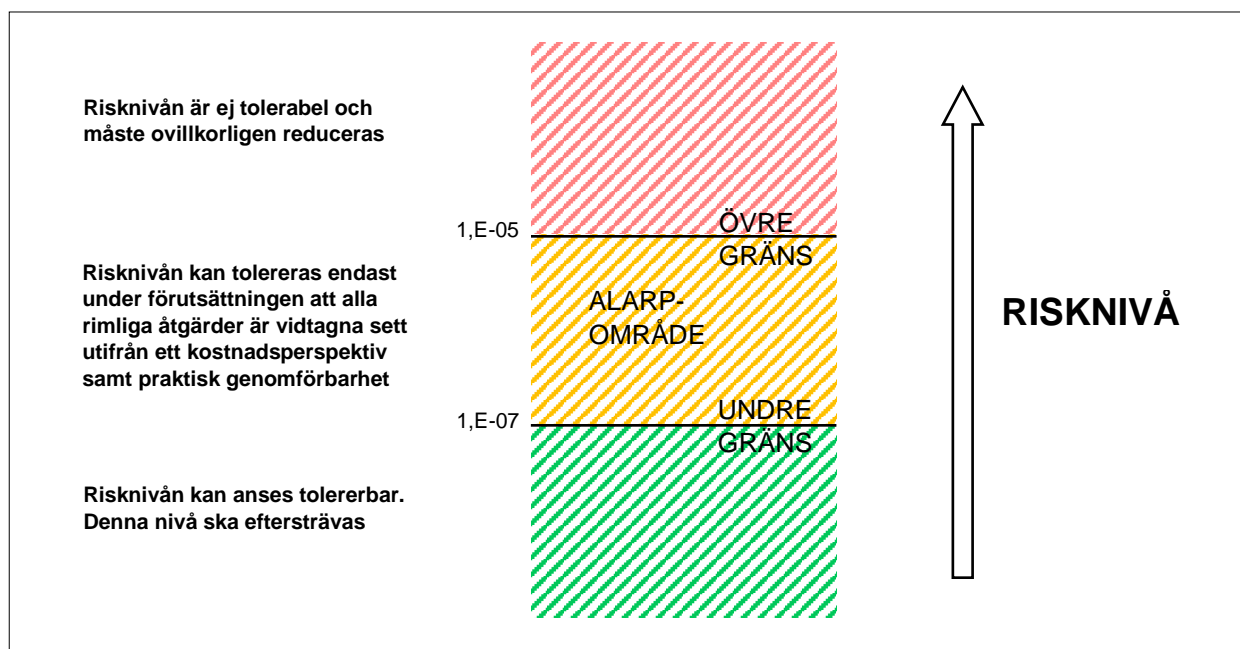
Riskanalysen utgår ifrån nuläget och år 2040 som ett prognosår. För att värdera risker kopplat till transporter av farligt gods på väg och dess påverkan på människa finns kan både individrisk och samhällsrisik användas som riskmått. Definitionen av dessa riskmått presenteras i avsnitt 2.3.

Förslag till riskreducerande åtgärder ges redan vid risknivåerna inom ALARP-området, kravet på verifiering av dessa åtgärder aktualiseras normalt inte om risknivåerna underskrider gränsen för det tolerabla.

## 2.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

### 2.3.1 Kvantitativa kriterier för individrisk

I många fall – främst när det inte finns kommunala krav - tas kriterier för vad som kan bedömas vara en acceptabel risknivå från rapporten "Värdering av risk" som tagits fram på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (Räddningsverket ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) (SRV, 1997). I rapporten används en övre och en undre gräns, se Figur 4. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 4. Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg, 2004).

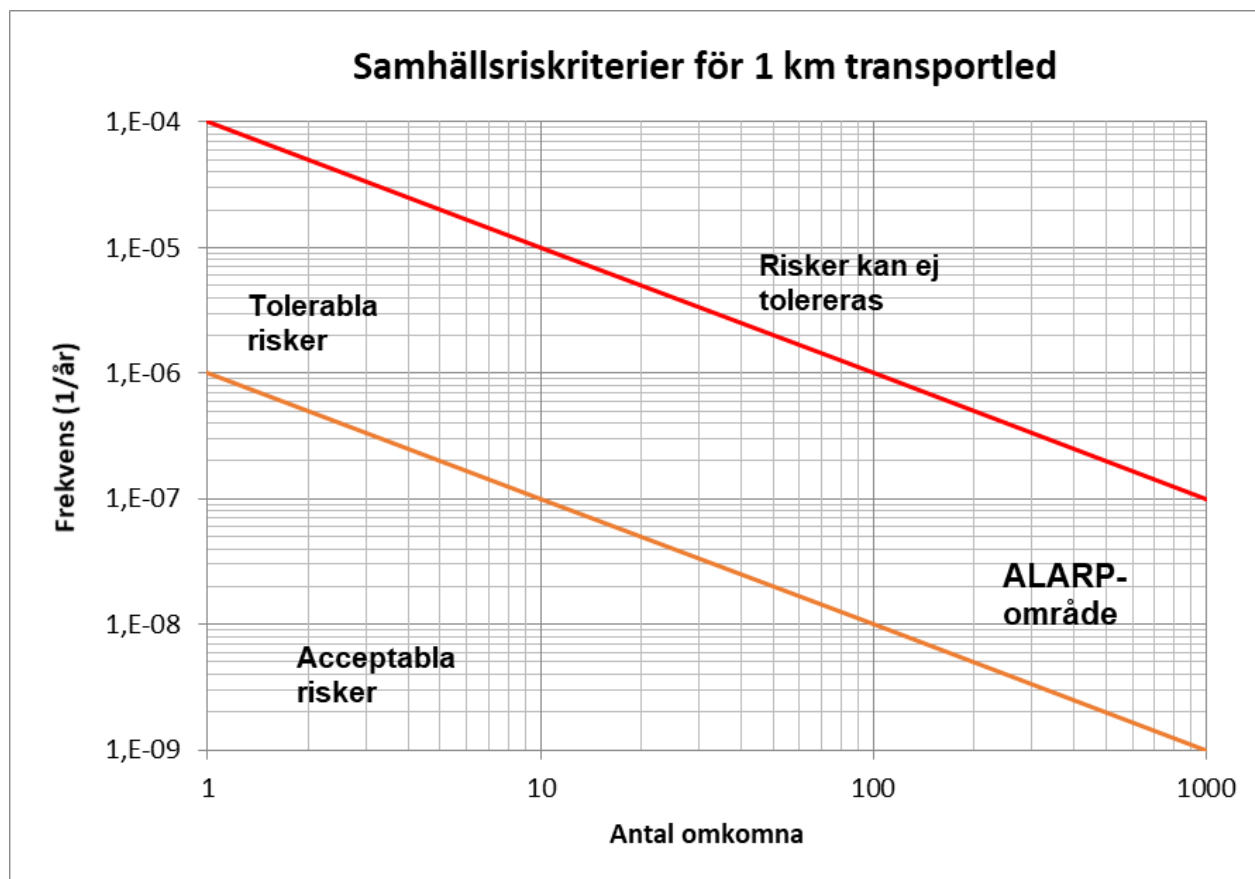
För individrisiken ligger den övre gränsen på  $1 \times 10^{-5}$  per år och den undre på  $1 \times 10^{-7}$  per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om risknivån ligger under denna gräns så anses den vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisiken för olika grupper i samhället. Om risknivån ligger över denna gräns så ska åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder ska verifieras (Länsstyrelsen, 2006).

Om risknivån ligger mellan den undre och den övre gränsen, det så kallade ALARP-området så ska alla rimliga åtgärder vidtas för att minska risknivån. Efter detta betraktas risknivån som tolerabel. Beräkningar av effekten på risknivåer krävs normalt inte.

### 2.3.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

Även för samhällsrisk finns det kriterier i ovannämnda rapport. Kriterierna utgår från samhällsrisknivåer för ett område på båda sidor om en sträcka av 1 km längs transportleden för farligt gods, se Figur 5.

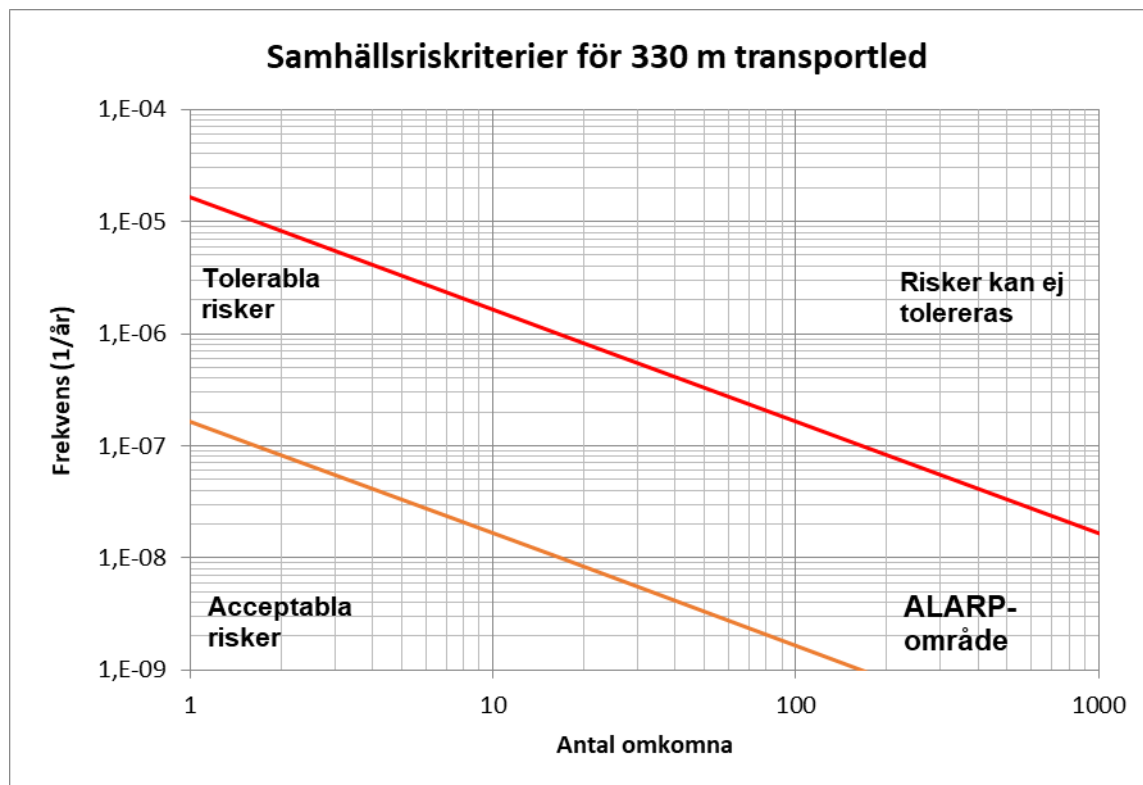


Figur 5. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i Figur 5 innebär till exempel att en olycka med högst en omkommen accepteras högst en gång på 1 000 000 år (orangea linjen). Olyckor med en omkommen kan inte tolereras oftare än en gång per 10 000 år (röda linjen). Olyckor med mer än 10 omkomna kan accepteras om de är så sällsynta som en gång på 10 000 000 år. Om dessa olyckor förekommer oftare än en gång på 100 000 år så kan detta inte tolereras.

När risknivån ligger i det acceptabla området så krävs inga ytterligare åtgärder. Ligger risknivån i området med tolerabla risker (ALARP-område) så ska rimliga skyddsåtgärder vidtas.

Kriterierna ovan gäller för 1 km område längs transportleden. Kriterier för det aktuella området beräknas utifrån områdets längd längs väg 26 samt att området ligger på en sida av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 6. Planområdenas genomsnittliga längd utmed transportlederna är cirka 330 meter.



Figur 6. Riskkriterier omräknade till 330 meter enkelsidig bebyggelse.

### 2.3.3 ALARP-området

ALARP-området är området där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare. ALARP är en förkortning av As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån ska göras så lågt som är praktiskt möjligt när riskerna hamnar i detta område.

Området spänner över en faktor 100 i risknivåer, de lägsta nivåerna inom området är hundra gånger lägre än de högsta nivåerna. Området är så pass stort beroende på den osäkerhet som alltid finns i riskberäkningarna. Ofta anses att osäkerheten i resultaten av en riskberäkning kan vara så högt som en faktor 10, beroende på alla okända faktorer som ingår. Att ha ett brett område där det finns krav på visst hänsynstagande av riskerna säkerställer att inga risknivåer över det tolerabla släpps igenom utan vidare.

Kraven på skyddsåtgärder inom ALARP-området är att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, är vidtagna.

## 3 Risker med transport av farligt gods

### 3.1 Typer av farligt gods

Enligt internationella bestämmelser (ADR/RID) delas farligt gods in i nio klasser, se Tabell 1.

Tabell 1. Indelning av farligt gods.

Klass	Innehåll	Exempel
1	Explosiva ämnen	Massexplosiva varor (dvs. sprängämnen), fyrverkerier
2	Komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser	Brandfarliga gaser (gasol), giftiga gaser (ammoniak, svaveldioxid) och andra trycksatta gaser (kvävgas, syrgas)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, eldningsolja
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kalciumkarbid
5	Oxiderande ämnen	Väteperoxid, ammoniumnitrat
6	Giftiga ämnen och smittfarliga ämnen	Kvicksilverföreningar och cyanider, bakterier, levande virus och laboratorieprover
7	Radioaktiva ämnen	Radioaktiva preparat för sjukhus
8	Frätande ämnen	Olika syror, lut
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Asbest

### 3.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

I detta avsnitt följer en allmän beskrivning av de olika sorters farligt gods som transporteras och potentiella följder av olyckor där farligt gods är inblandat. De förväntade följderna i form av dödsfall avser, om inget annat sägs, personer som vistas utomhus utan skydd.

Konsekvenserna för aktuella klasser beskrivs mer utförligt i *Bilaga 1*.

#### *Klass 1. Explosiva ämnen*

En explosion av så kallade massexplosiva ämnen kan ge omkomna upp till cirka 100 meter från explosionen och byggnader kan raseras på flera hundra meters avstånd. Övriga explosiva ämnen kan, i huvudsak genom raserade byggnader, ge effekter på några tiotal meters avstånd.

#### *Klass 2: Brännbara eller giftiga gaser*

Utsläpp av brännbar gas i luft kan antändas direkt och orsaka en så kallad jetflamma. Om gasen inte antänds direkt bildas först ett brännbart gasmoln som sedan kan antändas relativt omgående eller driva iväg och antändas över bebyggelsen. Detta resulterar då i en flash brand (Flash Fire) eller gasmolnsexplosion (Vapor Cloud Explosion). I ytterst sällsynta komplicerade olyckor kan gastanken explodera och bilda ett eldklot, så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Risken att omkomma av en jetflamma är vanligtvis liten på avstånd som överstiger 90 meter. Ett gasmoln som driver iväg med vinden kan hamna nära bebyggelsen och orsaka betydande skador vid antändning. En BLEVE kan ge upphov till omkomna på ett avstånd av 150 meter.

*Klass 3: Brandfarliga vätskor*

Om en tank med mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) skadas rinner bensinen ut och en pölbrand kan uppstå. Eldningsolja är så svårantändlig att brandrisken är försumbar. Risken att omkomma är som regel liten på avstånd som överstiger några 10-tals meter. Om ett utsläpp av brandfarliga vätskor kan rinna ner mot bebyggelsen finns risk för att en brand uppstår i det bebyggda området.

*Klass 4: Brandfarliga ämnen såsom svavel, fosfor, karbid.*

Dessa ämnen är fasta och skadar endast i olycksplatsens direkta omgivning.

*Klass 5: Oxiderande ämnen*

Olycka med endast dessa ämnen leder normalt ej till personskador, men om ämnena blandas med olja eller bensin kan det uppstå explosionsrisk och explosionerna kan var lika kraftiga som för ämnen i klass 1.

*Klass 6: Giftiga ämnen.*

Giftiga ämnen ger mestadels enbart effekter vid direktkontakt.

*Klass 7: Radioaktiva ämnen*

Dessa ämnen transporteras normalt endast i små mängder på väg och järnväg. Risken att omkomma är därför försumbar.

*Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.*

Risk för skador är normalt störst inom cirka 20 meter eftersom skada uppkommer vid direkt exponering på personen.

*Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål*

Denna klass omfattar bland annat miljöfarligt avfall dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.



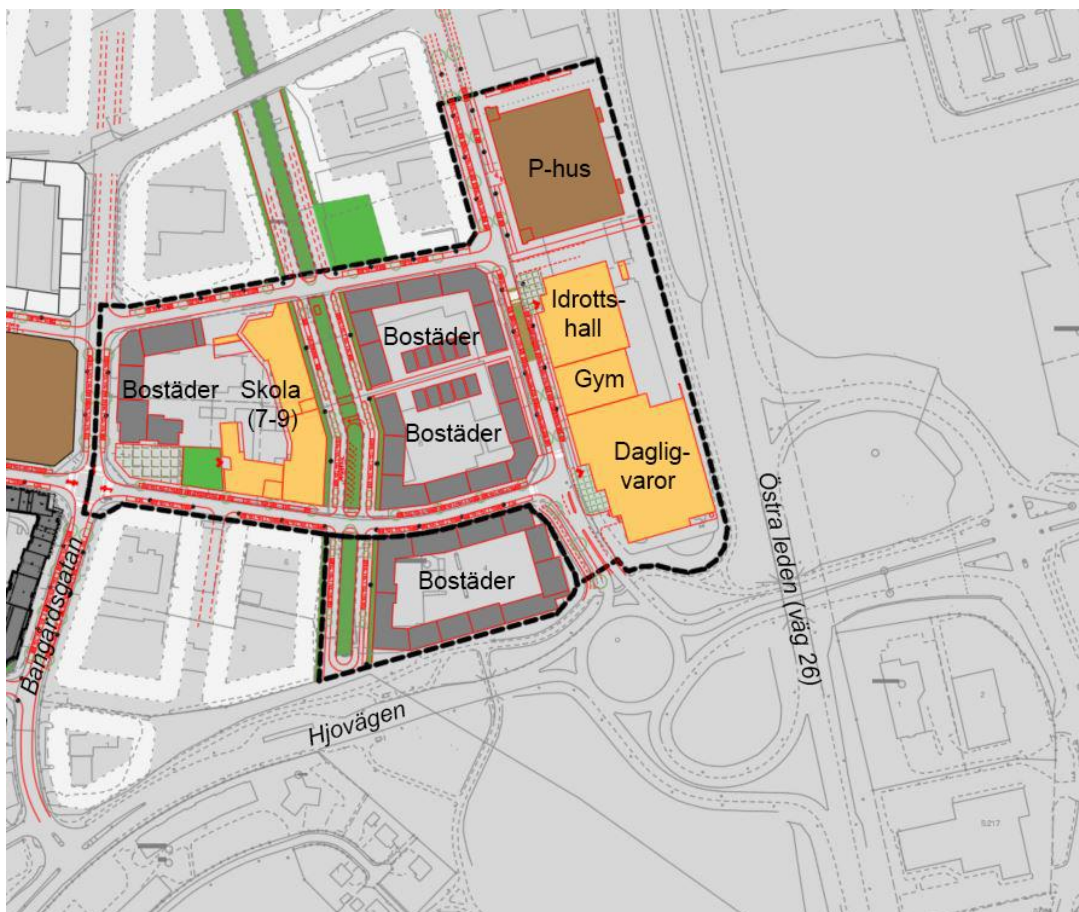
## 4 Områdesbeskrivning

I följande kapitel beskrivs området, planerad bebyggelse och antalet personer närvarande i området.

### 4.1 Området

I Figur 7 illustreras planområdena i relation till sin omgivning. I dagsläget består det planerade området främst av befintliga industribyggnader och hårdgjorda ytor. Väg 26 löper längs den planerade bebyggelsen, med det närmaste avståndet på cirka 25 meter. Planområdena och vägen ligger på ungefär samma höjdnivå och däremellan finns växlighet och diken vilket medför att brandfarliga vätskor inte förväntas rinna till planområdena.

Den planerade markanvändningen innefattar bebyggelse med bostäder, skola, parkeringshus, idrotts hall, gym och dagligvaruhandel. Kvarteretsmarken som planeras att tas i anspråk utgör en total yta på cirka 45 000 m<sup>2</sup>. Denna yta har planerats att fördelats mellan de olika användningsområden enligt Figur 7.



Figur 7. Karta över planområdena (Planillustration 2023-10-29).

## 4.2 Antalet personer närvarande

Antal personer som antas vistas i de planerade områdena beräknas olika beroende på vilket användningsområde bebyggelsen syftar till. Hänsyn i beräkningar av persontäthet tas till att de olika användningsområdena har olika närvaro på dagtid (kl 06-18) och kvälls- och nattetid (kl 18-06). I beräkningarna används ett genomsnitt på hur många personer som förväntas vara i var och ett av områdena och beror därför på när användningsområdena är verksamma. Till exempel om en verksamhet har öppet mellan 7–22 räknas att personerna är närvarande 92 % av dagtid och 33 % nattetid. Persontätheten baseras på mest troliga användningsområde men tar även med osäkerheten i antal personer närvarande samt osäkerhet i användningsområden genom en osäkerhetsanalys där 25 % fler personer läggs på i var och ett av områdena.

För persontäthet gällande bostäder har underlaget baserats på statistik från SCB (2022) och uppgifter från Skövde kommun. Totalt planeras för 660 bostäder och det antas 2 boende per bostad (SCB, 2022). Under dagtid förväntas 50% av personerna befinna sig i området och under nattetid förväntas 100% personnärvaro. På dagtid antas 93% av personerna att befinna sig inomhus och 7% utomhus. Under nattetid antas 99% befinna sig inomhus och 1% utomhus.

Antaganden om persontäthet i skolan har baserats på uppgifter från Skövde kommun. Skolan planeras för 670 elever och 55 lärare. Hänsyn i beräkningar av persontäthet tas till att skolan inte är öppen alla dagar i veckan och att närvaron inte sträcker sig över en hel dag. Andelen inomhus på dagen antas vara 80 %. Resterande personer befinner sig utomhus. Nattetid bedöms ingen verksamhet ske i skolan.

För persontäthet gällande parkeringshuset används samma uppgifter i en annan riskutredning som Norconsult (2020b) har genomfört samt uppgifter från Skövde kommun. Det förväntas finnas 800 parkeringsplatser med en beläggning på 50%, 2 byten per plats och 4 personer per fordon. Personnärvaron antas vara mestadels under dagtid, nattetid antas 10 % av persontätheten dagtid befinna sig i parkeringshuset.

För idrottshallen har antal personer i genomsnitt hämtats från en tidigare riskutredning (Norconsult, 2017). I den anges att cirka 60 personer i genomsnitt vistas i lokalerna på dagtid och 20 personer i genomsnitt nattetid. Antagandena baseras på en idrottshall där både skol- och föreningsverksamhet har aktiviteter, maxpublik är ca 500 personer och turneringar anordnas i snitt 7 helger per år. Antal personer i gymmet som ligger i anslutning till idrottshallen baseras också på tidigare utredning (Norconsult, 2017). I den utredningen anges cirka 40 personer dagtid och 20 personer nattetid i lokalerna. Dock har gymmet i den utredningen betydligt större bruttototalarea (BTA) och därför har antalet personer närvarande justeras i förhållande till planerad BTA för gymmet i Mariesjö.

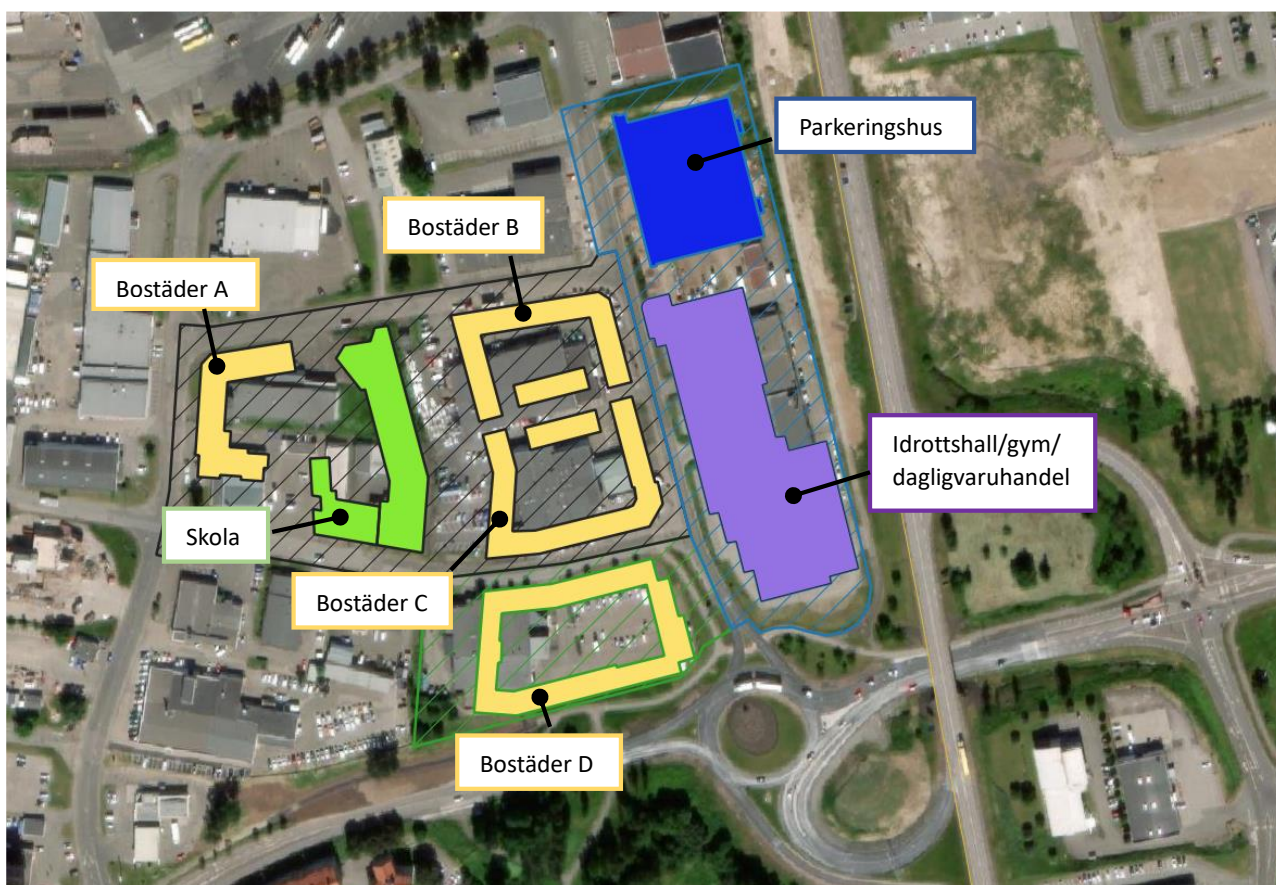
Gällande dagligvaruhandeln har antalet personer som vistas i området beräknats utifrån följande antaganden:

- Dagligvaruhandeln får i snitt 4500 besökare per dygn (uppgift från Skövde kommun).
- Öppettider är 07.00-22.00 alla dagar (jämförelse med liknande butiker i närområdet).
- Vistelsetider i butiken är 30 minuter i snitt (antagande använt i tidigare riskutredningar, (Norconsult, 2011))
- Antal sysselsatta per 1 000 m<sup>2</sup> är 10 personer (Göteborgs stad, 2011).
- Personer som handlar i butiken vistas ca 6 minuter på parkeringsplatsen. Av denna tid är de utomhus är de utomhus under 75 % av tiden och i bilen 25 % av tiden (Norconsult, 2011)

Bebyggelsen är planerad inom olika delar av planområdena, vilket innebär att persontätheten ser olika ut baserat på var bebyggelsen är planerad. Tabell 2 presenterar persontätheten för planerad bebyggelse och Figur 8 illustrerar de olika markanvändningsområdena.

Tabell 2. Persontäthet för olika typer av bebyggelse samt kortaste avstånd mellan väg 26 och bebyggelse.

	Personer dagtid	Personer nattetid	Kortaste avstånd väg 26 (m)
Bostäder A	125	250	300
Skola	250	0	240
Bostäder B	130	260	120
Bostäder C	135	270	120
Bostäder D	175	350	120
Parkeringshus	30	5	40
Idrottshall/gym/dagligvaruhandel	235	55	30
<b>Totalt</b>	<b>1 080</b>	<b>1 200</b>	



Figur 8. Karta över bebyggelse inom planområdena.

## 5 Riskidentifiering

I följande kapitel redovisas de riskkällor som kan utgöra risker för den planerade verksamheten. Riskkällorna utgörs av transportinfrastruktur.

### 5.1 Väg 26

Väg 26 löper sydöst om planområdena och är utpekad som rekommenderad primär transportled för farligt gods. Transportleden ligger cirka 25 meter från närmaste planområdesgränsen och 30 meter från närmaste byggnad.

Transportleden ingår i MSB:s (2006) undersökning om transporterade mängder farligt gods från september månad år 2006. Enligt MSB:s uppgifter skedde cirka 1 350 transporter med farligt gods under samma år. År 2040 förväntas antalet transporter med farligt gods öka till cirka 2 400 förutsatt en ökning av godstrafiken med ungefär 80% (Trafikverket, 2023).

Nationellt genomsnitt är en annan källa som också brukar användas vid riskanalyser av transport av farligt gods. Uppgifter från nationell statistik anger att cirka 3,9% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFKA, 2019). I trafikprognosen för Mariesjö anges 25 250 fordon per dygn på väg 26 år 2040, av dessa förväntas 7 % vara tung trafik. Det förväntade antalet transporter av farligt gods enligt trafikprognos och nationellt genomsnitt uppgår då till cirka 25 200 år 2040. Dessa transporter fördelas till de olika ADR-klasserna enligt nationell statistik, se Tabell 3.

Tabell 3. Antal förväntade transporter år 2040 med farligt gods på väg 26 förbi planområdena.

Klass	MSB (uppräknat till 2040)	Nationellt genomsnitt / trafikprognos (2040)	Riskutredning planprogram Mariesjö	Används i riskberäkningarna (prognosår 2040)
1 Explosiva ämnen	80	70	90	80
2.1 Brandfarliga gaser	0	1 200	790	600
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	180	3 900	-	-
2.3 Giftiga gaser	0	8	10	8
3 Brandfarliga vätskor	180	12 000	10 000	6 100
4 Brandfarliga fasta ämnen	5	670	-	-
5 Oxiderande ämnen	0	620	825	310
6 Giftiga ämnen m m	110	1700	-	-
8 Frätande ämnen	1 800	3 400	-	-
9 Övriga farliga ämnen	8	1 300	-	-
Totalt	2 400	25 000		



Av klasserna i Tabell 3 är det ämnen i klasserna 1, 2.1, 2.3, 3 och 5 som kan leda till olyckor med betydande konsekvenser för området och som används i riskberäkningarna, i tabellen är dessa klasser markerade med fet stil.

För klass 1 används MSB:s siffror då det inte går att utesluta att färre transporter än vad den kartläggningen anger kan ske på väg 26. För klass 2.1, 3 och 5 används medelvärdet mellan MSB:s kartläggning och nationellt genomsnitt då MSB:s statistik skulle kunna vara underskattad medan nationellt genomsnitt kan vara överskattad. För klass 2.3 används det högre värdet då de ligger relativt nära varandra i storleksordning.

Det som skiljer från tidigare riskutredning för planprogrammet Mariesjö är att trafikuppräkningsstalen från Trafikverket har uppdaterats samt att det har tillkommit en trafikprognos för 2040. I tidigare utredning fanns ingen trafikprognos utan trafiken i nationell statistik räknades upp med generella trafikuppräkningsstal. Trafikprognosen är platsspecifik för planområdena och anses ge bättre uppskattning av transporterna i framtiden än den generella uppräkningsstalen.

De angivna klasserna omfattar var för sig ett stort antal olika ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste antalet transporter beräknas för de ämnesgrupperna med de högsta risknivåerna. Detta görs nedan utifrån tillgänglig statistik på området.

I klass 1 är det de massexplösiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplösiva ämnen sätts till 10 % (ØSA, 2004). För klass 2 är det klass 2:1 brandfarliga gaser och klass 2:3 giftiga gaser som utgör de mest betydande riskerna. Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (exempelvis bensin) sätts till 75 % (ØSA, 2004). För klass 5 räknas endast de oxiderande ämnen med som bedöms kunna leda till en massexplösion. De uppskattas stå för högst en tredjedel av den totala mängden. En sammanställning av antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området finns i Tabell 4. För att ta hänsyn till osäkerheter i antal transporter i framtiden har en osäkerhetsanalys med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 4.

Tabell 4. Farligt gods på väg 26 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplösiva ämnen	8
2.1 Brandfarliga gaser	600
2.3 Giftiga gaser	8
3. Mycket brandfarliga vätskor	4 600
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	100



### 5.1.1 Sannolikhet för olyckor

Sannolikheten för olyckor fås från Trafikverkets handbok "Effektsamband för transportsystemet" (Trafikverket, 2020). Risken för olyckor på en statlig väg med en högsta tillåten hastighet på 80 km/h anges till 0,085 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller  $8,5 \times 10^{-8}$  per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 25% (SRV, 1996), vilket innebär att det vid 75% av olyckorna är minst två fordon inblandade. Om det bortses från olyckor med fler än 2 fordon inblandade, vilket inte påverkar resultatet nämnvärt, så är risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen lika med  $8,5 \times 10^{-8} \times (2 - 0,25) * 1,1 = 1,64 \times 10^{-7}$ . I denna beräkning tas även hänsyn till att antal standardaxlar är 1,1.

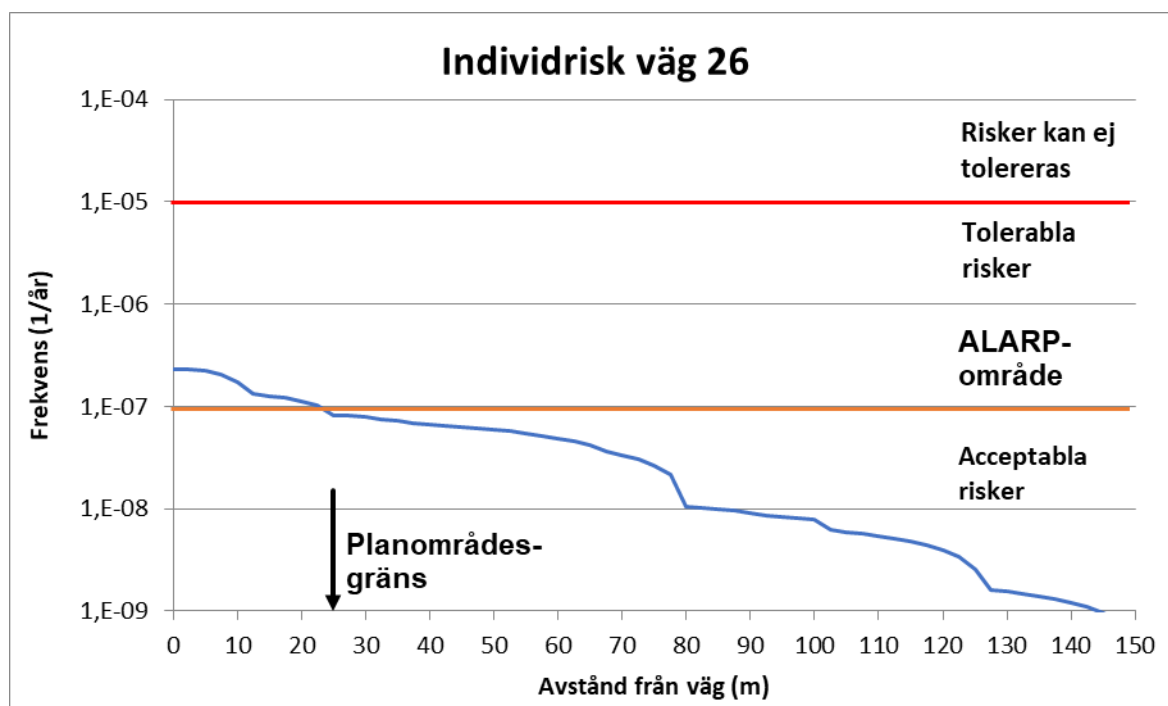
## 6 Riskanalys och riskvärdering

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individrisk och samhällsrisk gällande transporter av farligt gods på väg 26. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys för individ- och samhällsrisk. För individrisken i osäkerhetsanalysen ökas antalet transporter av farligt gods med 25%. För samhällsrisk i osäkerhetsanalysen ökas både antalet transporter av farligt gods samt antalet personer närvarande i området med 25%. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området redovisas i Kapitel 4 & 5.

Ingångsvärden för sannolikheter och konsekvenser för de möjliga händelseförlopp när en olycka väl inträffat samt beräkningsmetoderna redovisas i *Bilaga 1*.

### 6.1 Individrisk

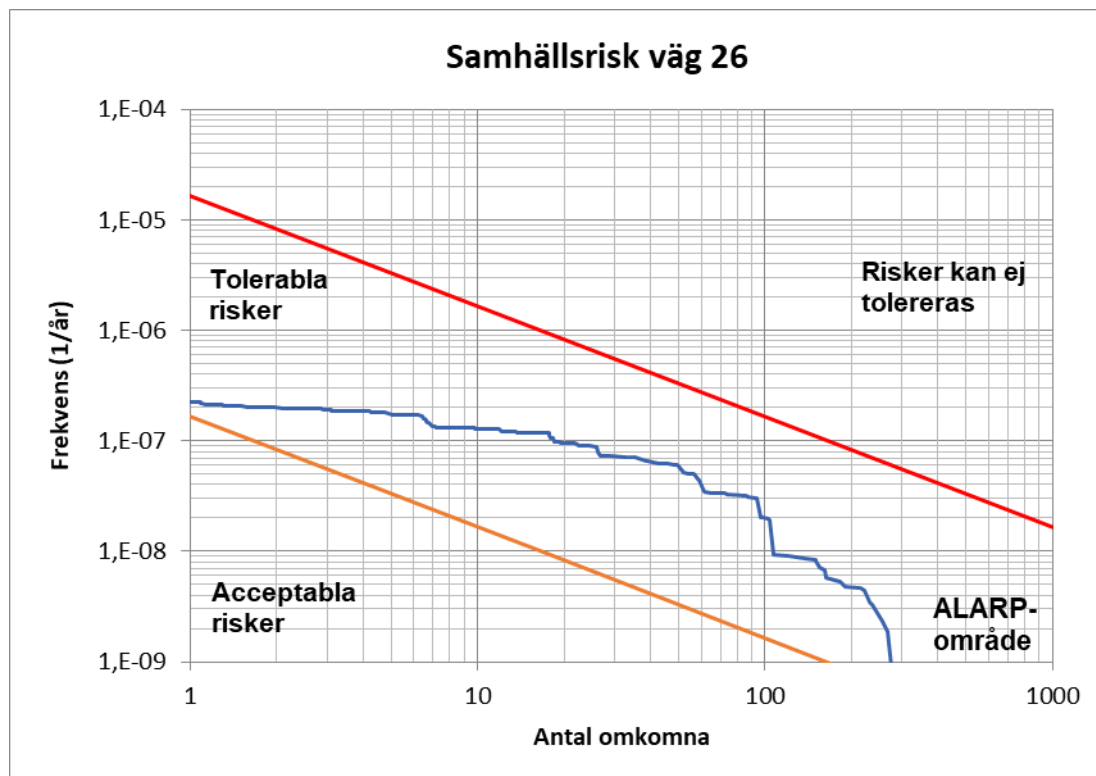
I Figur 9 visas individrisken i området på grund av farligt gods på väg 26. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 20 meter från väggkant vilket medför att individrisken är på en acceptabel nivå inom hela planområdena.



Figur 9. Individrisken längs väg 26.

## 6.2 Samhällsrisk

I Figur 10 visas samhällsriskerna i planområdena från transporter av farligt gods på väg 26. I figuren framgår det att samhällsriskerna ligger inom ALARP området vilket innebär att skyddsåtgärder som är tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga ska genomföras, se *avsnitt 2.3.3*. De dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser (jetflamma, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion och BLEVE).



Figur 10. Samhällsriskerna från väg 26.

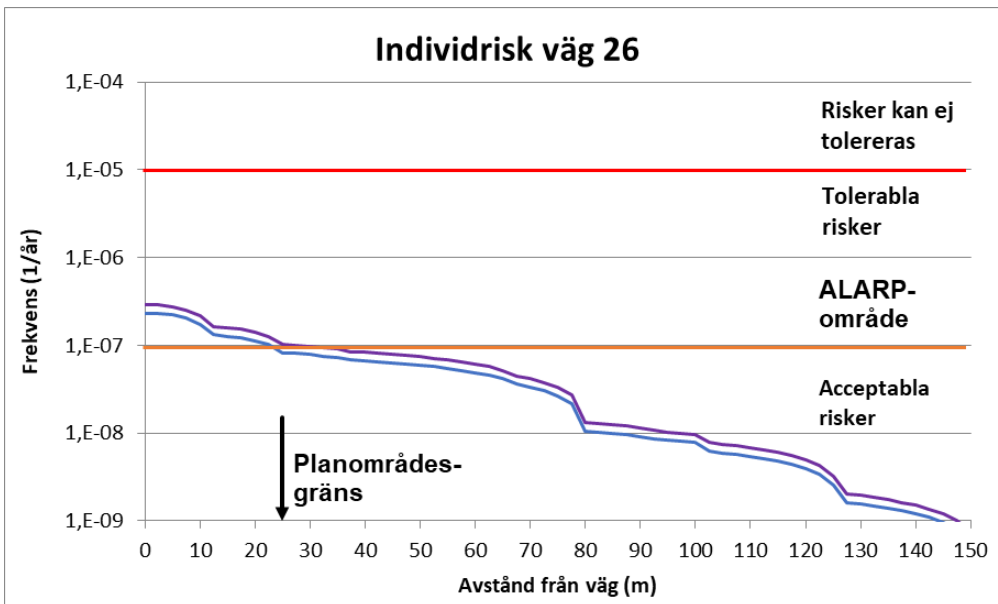
## 6.3 Osäkerhetsanalys

Det finns alltid osäkra faktorer i beräkningar av risker i samband med transporter av farligt gods förbi områden där det vistas människor. Eftersom det handlar om en prognos för en framtida situation så är osäkerheten i vilka mängder farligt gods som kommer transporteras förbi området i framtiden av betydelse. Osäkerhetsanalysen studerar vilka resulterande risknivåer det blir om antal transporter av farligt gods ökas med 25 %.

Ytterligare en källa till osäkerhet för samhällsriskerna kan vara att det inte helt går att förutspå hur många personer som kommer att vistas inom området. I osäkerhetsanalysen studeras därför risknivåerna om det är 25 % fler personer på plats i planområdena.

### 6.3.1 Individrisk

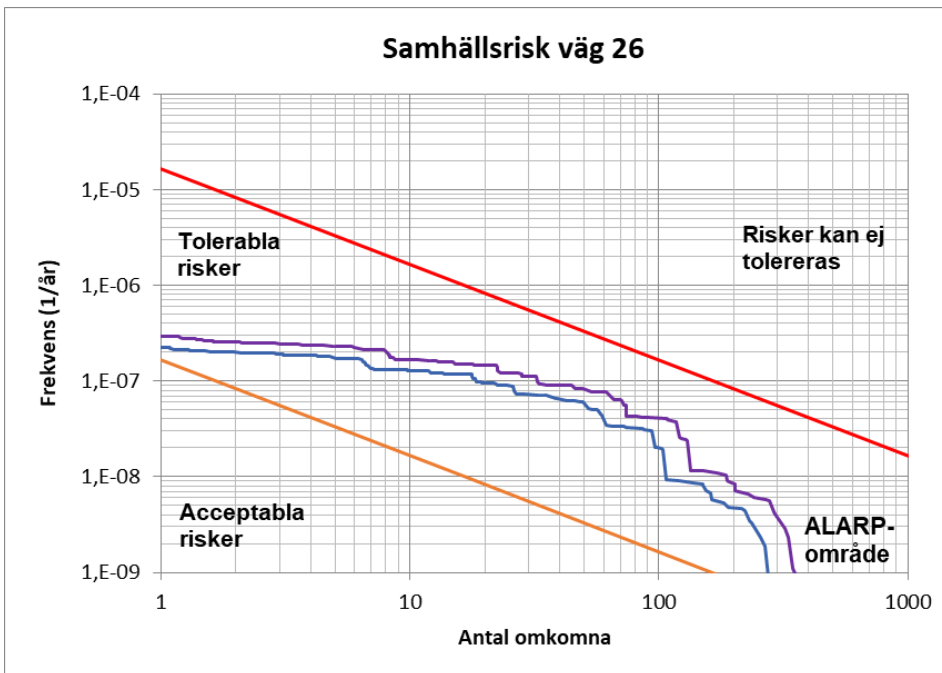
Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på väg 26 presenteras i Figur 11. Enligt beräkningarna ökar risknivån och individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 30 meter från väggkant.



Figur 11. Individrisken längs väg 26. Ursprunglig beräkning illustreras med blå linje och osäkerhetsanalysen illustreras med lila linje.

### 6.3.2 Samhällsrisk

I osäkerhetsanalysen har antalet transporter av farligt gods samt att antalet personer närvarande i planområdena ökat med 25 %. Resultatet av osäkerhetsanalysen visar att samhällsrisken ökar men ligger fortsatt i ALARP-området.



Figur 12. Samhällsrisk från väg 26. Ursprunglig beräkning illustreras med blå linje och osäkerhetsanalysen illustreras med lila linje.

## 6.4 Visualisering

För att lättare se var riskerna inom planområdena är som störst och på så sätt avgöra var inom området skyddsåtgärder ska införas så har en visualisering av riskerna för transport av farligt gods genomförts. Figur 13 visar osäkerhetsanalysen av individrisken. Inom grönt område är riskerna på acceptabla nivåer och inom gult område är riskerna inom ALARP-området. Området utan färg inom beräkningsområdet är på lägre individrisknivåer än vad som brukas visas i individriskdiagram. Detta betyder att gult område inte ska inbjuda till stadigvarande vistelse.



Figur 13. Visualisering av individrisken. Inom grönt område är individrisken på en acceptabel nivå, inom gult område ligger individrisken inom ALARP-området.

Figur 14 visar en visualisering av samhällsrisk. Visualiseringen beräknas genom en multiplikation mellan antal personer per kvadratmeter och sannolikheten att en olycka ska nå den ytan. Enheten som blir är  $[N \cdot F/m^2]$ , alltså antal omkomna multiplicerat med frekvens per ytenhet. Visualiseringen visar inte vilket område som ligger inom kriterierna utan ska bara ses som en jämförelse för var inom planområdena som riskerna är som störst. Ju rödare område, desto högre bidrag till samhällsrisk. Enligt figuren är riskerna som störst för dagligvaruhandeln men även för idrottshallen, gym och parkeringshus. Detta medför att det är dessa byggnader som åtgärderna bör inrikta sig på.





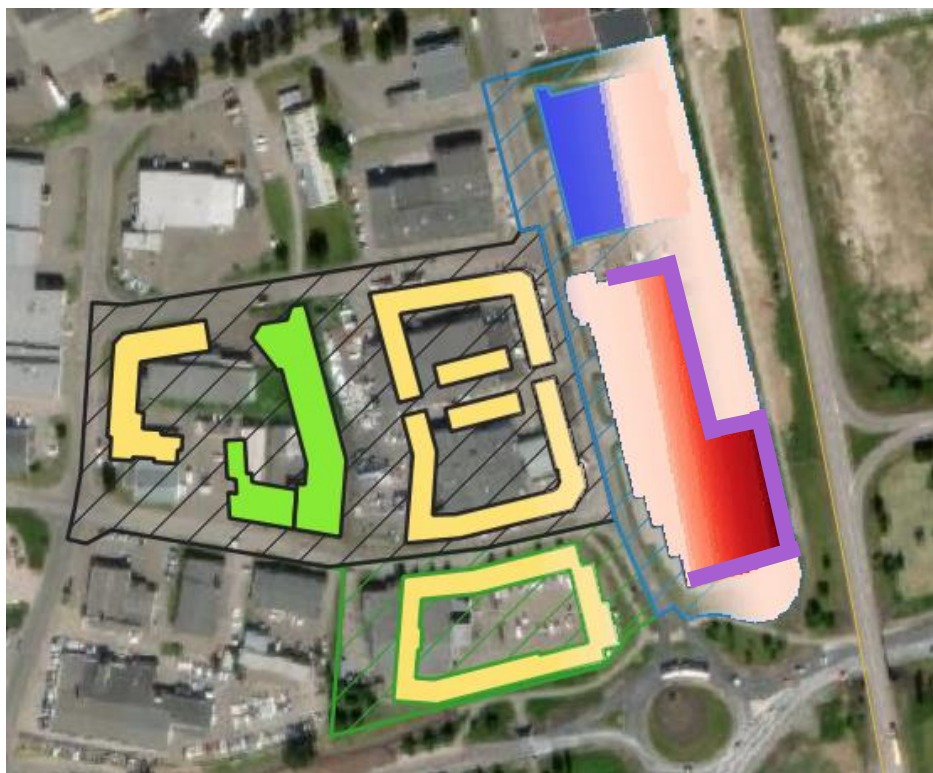
## 7 Åtgärdsförslag

Enligt beräkningarna för individrisk är området inom 30 meter från vägkant inom ALARP-området och ska därför inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Figur 13 visar inom vilket område som detta gäller. Enligt beräkningarna ligger individrisken på en acceptabel nivå i stort sett i hela planområdena. För dagligvaruhandeln planeras lastning av varor cirka 40 meter från väg 26 och ligger således inom acceptabla individrisknivåer.

Samhällsrisken beräknas ligga inom ALARP-området både i ursprungs och osäkerhetsanalysen vilket innebär att skyddsåtgärder som är tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga ska genomföras. De dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser (jetflamma, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion och BLEVE). Vid visualisering av samhällsrisken syns att risken är som störst för byggnaden som innehåller idrottshall, gym och dagligvaruhandel och således bör åtgärderna koncentreras på den här byggnaden.

### 7.1 Skyddsåtgärd som ökar fasadens explosionstålighet

Åtgärder som ökar fasadernas explosionstålighet består av att de ska motstå eller fördröja de påfrestningar som en gasexplosion kan leda till. Enligt länsstyrelsen i Hallands län kan en dimensioneringsförutsättning för att förhindra fortskridande ras vara en explosionslast motsvarande 10 kg gasol med explosionscentrum vid vägkant (Länsstyrelsen Hallands län, 2011). Denna dimensioneringsförutsättning anses även vara rimlig för den planerade byggnaden som innehåller idrottshall, gym och dagligvaruhandel. Exempel på en möjlig konstruktion som kan motstå dessa explosionstryck är sammanhållen betongstomme. Figur 15 visar vilka fasader som ska utformas för att motstå påfrestningar från gasexplosion.



Figur 15. Lila linje markerar ytterväggskonstruktion som ska motstå påfrestningar från gasexplosion.

## 7.2 Skyddsåtgärd jetflamma

Scenariot jetflamma sker vid utsläpp av brännbar gas som antänds direkt. Detta scenario bedöms påverka de fasader som vetter direkt mot vägen där transport av farligt gods sker. Åtgärder som föreslås består av att de utsatta ytterväggskonstruktionerna inklusive dörrar ska dimensioneras i EI30 och fönster i EW30. Fasader i brandklass EI30 och fönster i EW30 görs i syfte att förhindra brandspridning genom väggen inom 30 minuter. E står för integritet mot brand och ställer krav på fasadens täthet. I står för isolering och ställer krav på temperaturhöjning på den sida som är vänd bort från branden. W står för begränsning av strålning på ett avstånd av cirka en meter från fönstret på sidan som är vänd bort från branden (Boverket, 2023). Det bedöms vara acceptabelt med EW30 på fönster då en begränsad mängd människor befinner sig inom en meter från fönstren och den absoluta majoriteten av lokalen skyddas. Med nuvarande bebyggelseförslag planeras dessutom en stor del av fönstren högt upp på byggnaden vilket medför att ännu färre människor befinner sig närmare än en meter från fönstren. Figur 16 visar vilka fasader skyddsåtgärden gäller.



Figur 16. Gul linje markerar ytterväggskonstruktion inklusive dörrar som ska utformas i minst EI30, fönster ska utformas i minst EW30.

## 7.3 Skyddsåtgärd gasmolnsbrand

Om gasen inte antänds direkt bildas först ett brännbart gasmoln som sedan kan antändas relativt omgående eller driva iväg och antändas över bebyggelsen, detta kan då resultera i en gasmolnsbrand. Scenariot gasmolnsbrand bedöms ge effekter upp till 4 meter från marknivå då den brinnande gasen är en tung gas som rör sig nära marken. Åtgärder som föreslås består av att de utsatta ytterväggskonstruktionerna inklusive dörrar ska dimensioneras i EI30 och fönster dimensioneras i EW30 upp till 4 meter över marknivå. Eftersom gasen driver iväg från olycksplatsen är bedömningen att även fasader som inte vetter direkt mot väg 26 påverkas av scenariot. Figur 17 visar vilka ytterväggskonstruktioner inklusive dörrar som ska utformas i EI30 och fönster i EW30 upp till 4 meter över marknivå.



Riskenivån för parkeringshuset beräknas vara lägre än för byggnaden som innehåller idrottshall, gym och dagligvaruhandel. Därför bedöms att inga skyddsåtgärder krävs på fasaden i norr och söder på parkeringshuset. Samma resonemang går att göra ifall byggnaden som innehåller idrottshall, gym och dagligvaruhandel förses med garage i källarplan. Om garage anläggs blir persontäthet och uppehållstid lägre för källarplanet och därför är bedömningen att kravet på EI30 och EW30 i norr och söder inte gäller på garagets fasader.



Figur 17. Mörkgröna linjer markerar ytterväggskonstruktion inklusive dörrar som ska utformas i minst EI30, fönster ska utformas i minst EW30 upp till 4 meter. Om garage byggs i källarplan gäller inte kravet på garagets ytterväggskonstruktion.

## 7.4 Övriga skyddsåtgärder

Ytterligare en åtgärd som anses effektiv är att se till att byggnader ska kunna utrymmas bort från leden där det transporteras farligt gods. Sker en olycka på transportleden ska ingen tvingas utrymma i riktning mot olyckan.

Att anordna ventilationen på byggnaderna på så sätt att friskluften tas från ett högt läge och vänt bort från transportleden för farligt gods är en effektiv skyddsåtgärd för att inte få in brandfarliga och giftiga gaser i byggnaderna.

## 8 Diskussion och slutsats

Riskberäkningarna för individrisken visar att risknivån är på acceptabla nivåer för i stort sett hela planområdena både i ursprungsberäkningen och osäkerhetsanalysen. I osäkerhetsanalysen beräknas individrisken vara på acceptabla nivåer cirka 30 meter från väggkant. Området inom detta avstånd ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse.

Samhällsrisken för transporter av farligt gods på väg 26 ligger inom ALARP-området vilket innebär att tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. Utifrån de dimensionerande olyckorna, plats specifika förutsättningar och personer närvarande föreslås följande åtgärder.

För byggnad innehållande idrottshall, gym samt dagligvaruhandel:

- Ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i öst ska utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30. Se Figur 16
- Upp till 4 meter över marknivå ska ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i söder och norr utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30. Om byggnaden förses med garage i källarplan gäller inte kravet på garagets ytterväggskonstruktion. Se Figur 17
- Dimensionera byggnaden för att motstå påfrestning från gasexplosion motsvarande 10 kg gasol med explosionscentrum i väggkant på väg 26.
- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För parkeringshuset:

- Ytterväggskonstruktion inklusive dörrar i öst ska utformas i minst brandklass EI30, fönster ska utformas i minst EW30. Se Figur 16
- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För övriga byggnader inom 150 meter:

- Byggnader ska även kunna utrymmas bort från väg 26.
- Friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från väg 26.

För byggnader bortanför 150 meter anses avståndet till väg 26 vara en tillräcklig skyddsåtgärd.

Jämfört med den tidigare riskutredningen som Norconsult genomfört för hela planprogrammet Mariesjö så har flera faktorer uppdaterats. Till exempel så har en trafikprognos tagit fram inför den här mer detaljerade riskutredningen vilket påverkar förväntade transporter på vägen. Även antalet personer har uppdaterats med fler personer på en mindre yta i den här riskutredningen. Sammantaget bidrar förändringarna till högre risknivåer i de här planområdena jämfört med område B i riskutredning för planprogram Mariesjö. Detta medför att åtgärderna som föreslås för området är mer omfattande än motsvarande område i tidigare riskutredning. Risknivåerna i den här utredning motsvarar område A i tidigare utredning och har ungefär samma åtgärdsförslag.



## 9 Referenser

- Boverket. (2023). *Brandklasser för golv, väggar tak, rörisolering och kablar*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/brandklasserd-for-ytskikt/>
- Göteborgs stad. (2011). *Vägledning till parkeringstal vid detaljplaner och bygglov*.
- Länsstyrelsen. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*. Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län.
- Länsstyrelsen Hallands län. (2011). *Risakanalys av farligt gods i Hallands län*. Länsstyrelsen Hallands län.
- Miljöbalken. (1998:808).
- MSB. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter*. MSB.
- Norconsult. (2011). *Kv Kronhjorten i Trollhättan stad - Riskalays avseende transport av farligt gods*.
- Norconsult. (2017). *Detaljplan för Fixfabrikenområdet - Riskanalys transport av farligt gods och gastankstation*.
- Norconsult. (2019). *Riskutredning Stallsiken Södra (Mariesjö)*.
- Norconsult. (2020a). *Riskutredning inför planprogram Mariesjö*.
- Norconsult. (2020b). *Risakanalys farligt gods. Detaljplan för Lisebergs utbyggnad öster om Nellickevägen*. Göteborg: Norconsult.
- Plan-och bygglagen. (2010:900).
- Rtj Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar*. Göteborg: Räddningstjänsten Storgöteborg.
- SCB. (2022). *Antal personer per hushåll efter region, boendeform och år*. Hämtat från SCB: [https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_HE\\_\\_HE0111\\_\\_HE0111A/HushallT29/table/tableViewLayout1/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__HE__HE0111__HE0111A/HushallT29/table/tableViewLayout1/)
- SIS. (2018). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering – Vägledning*. Stockholm: Utgåva 2, ICS: 03.100.01.
- SRV. (1996). *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Räddningsverket.
- SRV. (1997). *Värdering av risk; FoU rapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- TRAFKA. (2019). *Lastbilstrafik 2000–2018. Årliga rapporter utgivna av TRAFKA (f.d. SIKKA) tillsammans med SCB*.
- Trafikverket. (2020). *Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2020-06-15*. . Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2023). *Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2065*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från Trafikverket.
- ØSA. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*. Øresund Safety Advisers AB.

# Bilaga 1 – Beräkning av risker transport av farligt gods på väg

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Beräkning av sannolikhet för olycka</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Händelsetråd</b>	<b>5</b>
2.1	Händelsetråd från RBM II	5
2.1.1	Klass 2.1	5
2.1.2	Klass 2.3	6
2.1.3	Klass 3	6
2.2	Klass 1	7
2.3	Klass 5.1	8
<b>3</b>	<b>Konsekvenser av scenario</b>	<b>10</b>
3.1	Klass 1	11
3.1.1	Skador på bebyggelsen	13
3.1.2	Skador utomhus	14
3.2	Klass 5.1	15
3.3	Individrisk	15
	<b>Referenser</b>	<b>16</b>

Riskberäkningsmetoden bygger på den GIS-modell som beskrivs i Kallin (2019). För en fullständig beskrivning av modellen hänvisas till den rapporten. Denna bilaga är en sammanfattning av de mest väsentliga delarna och vad dessa baseras på.

Riskberäkningsmetoden kan delas upp i fyra steg. Steg 1, 2 samt 4 genomförs i excelblad och steg 3 genomförs i GIS-programmet QGIS.

1. Beräkning av sannolikhet för olyckor med olika ämnen
2. Beräkning av sannolikhet av olika scenarier utifrån händelsetråd
3. Beräkning av konsekvenserna av dessa scenarier avseende antalet omkomna utomhus och inomhus
4. Sammanräkning av resultaten som individrisk och samhällsrisk

# 1 Beräkning av sannolikhet för olycka

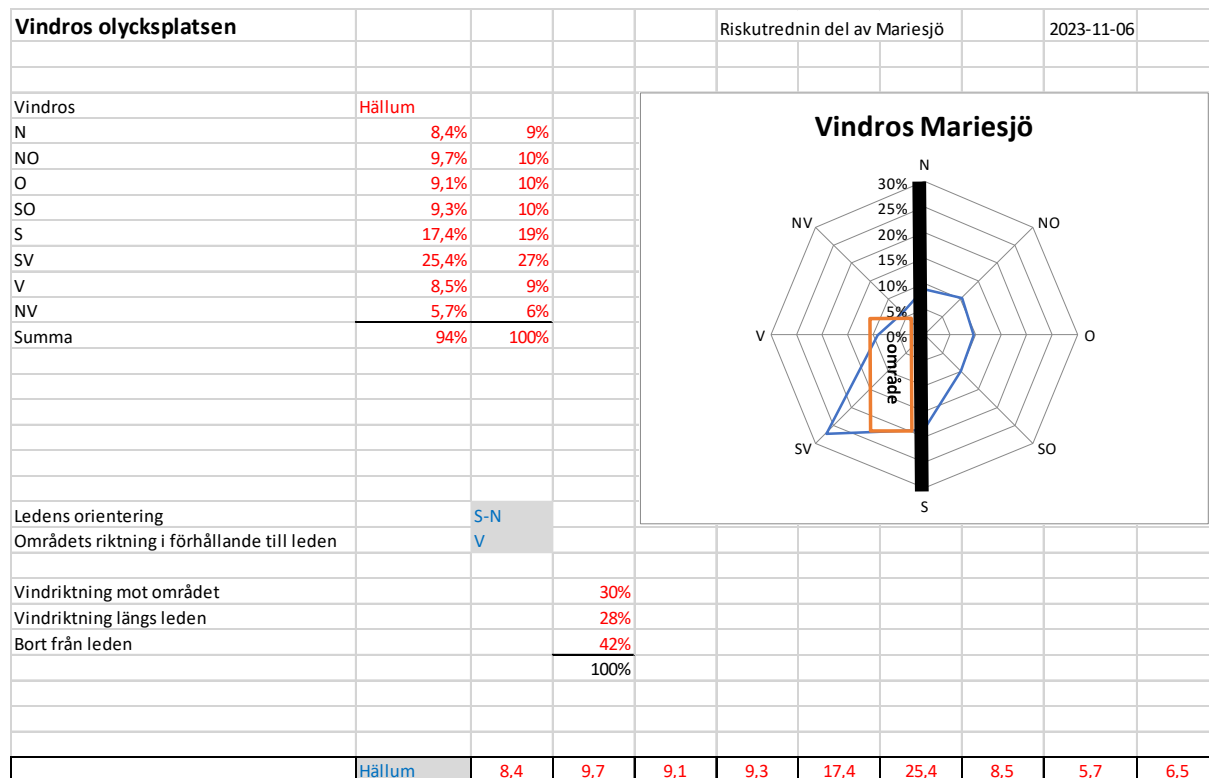
Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor på vägsträckan med antagandet en viss andel av olyckorna är singelolyckor och resten olyckor har två fordon inblandade. Uppgifterna om hur stor andel av olyckorna är singelolyckor fås från rapporten Farligt gods – Riskbedömning vid transport (SRV 1996).

Antal transporter med de olika klasser farligt gods ger sedan antalet olyckor med transporter av de olika klasser farligt gods per kilometer. Att sannolikheten beräknas per kilometer beror på att vägsträckan som skall användas i sannolikhetsberäkningar varierar beroende på vilket scenario som är aktuellt. Ingångsdata och beräkningsresultaten för sannolikhet för olyckor finns i *figur 1*.

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning del av Mariesjö	2023-11-06
<b>Olycksrisk</b>				
Risk för olycka	8,50E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,25			
Olycksrisk fordon	1,64E-07	1/km, år		
Område enl nedan	2	ange siffervärde		
<b>Sannolikhet utströmning &gt; 100 kg</b>				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089	
<b>Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och natttid</b>				
Andel transporter dagtid	0,7			
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid osäkerhetsanalys)	1			
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år
Klass 1, massexplisiv	8,3	1	9,5E-07	4,1E-07
Klass 2.1	600,0	0,034	2,3E-06	1,0E-06
Klass 2.3	8,0	0,034	3,1E-08	1,3E-08
Klass 3, bensin	4567,5	0,077	4,0E-05	1,7E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	103,3	0,077	9,1E-07	3,9E-07
Bredd på hus första raden [m]	70			
Medelavstånd till område inne [m]	30			
Medelavstånd till område ute [m]	25			
Områdets längd längs leden [m]	330			

Figur 1. Ingångsdata för riskberäkning för väg 26

I figur 2 visas vindrosen som används vid beräkningar av vissa scenarier med gasutsläpp. Beräkningen av andelen av tiden som vinden kan föra gasen mot området respektive längs vägen framgår. Närmaste mätstation där det finns tillgänglig vindstatistik från SMHI (SMHI 2006) har använts i beräkningarna. Figur 2 visar vindrosen för planområdet.



Figur 2. Vindros för planområdet.

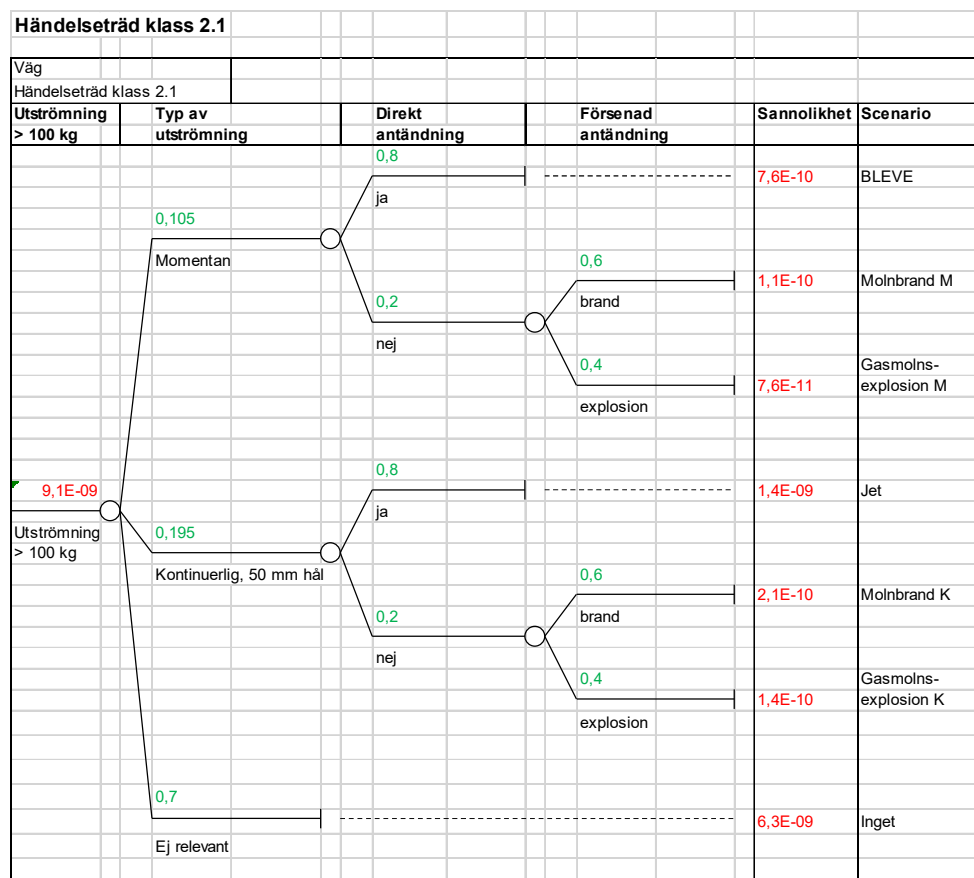
## 2 Händelseträäd

Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har kopierats från RBM II och presenteras i *avsnitt 2.1*. Händelseträden för klasserna 1.1 och 5.1 är till viss del baserade på uppgifter från RBM II och beskrivs mer i detalj under deras underkategori. I beräkningsmodellen finns händelseträäd för dag och nattscenarion och det som skiljer dem åt är den initiala olycksfrekvensen som kan ses i *figur 1*.

### 2.1 Händelseträäd från RBM II

Den initiala olycksfrekvensen för händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 beräknas enligt *avsnitt 1* och resterande delen av händelseträdet baseras på RBM II. RBM II skiljer på om utsläppet sker momentant eller kontinuerligt för de berörda klasserna. Om utsläppet sker momentant släpps hela innehållet av det farliga godset ut på en gång. Om utsläppet däremot sker kontinuerligt släpps innehållet ut över en längre tid och baseras på att ett hål på 5 cm uppkommer i tanken på tankvagnen. För klass 3 skiljer man på utsläppets storlek istället för om utsläppet är momentant eller kontinuerligt. Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 kan ses i *figur 3 – figur 5*.

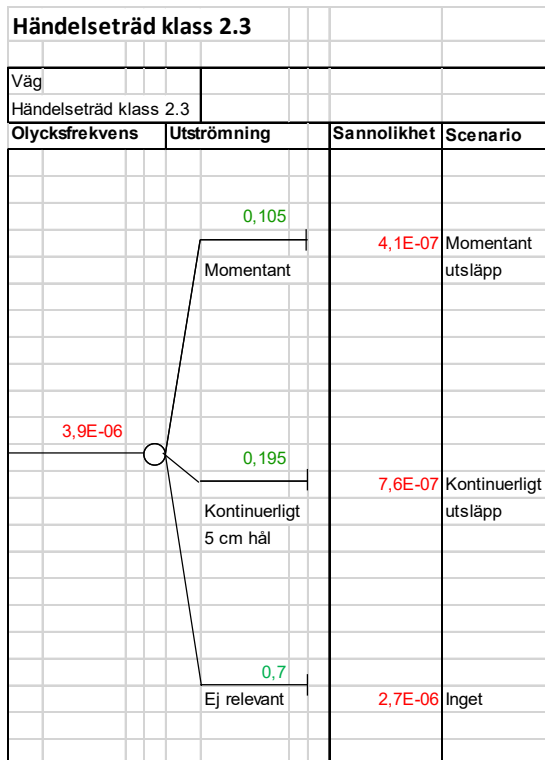
#### 2.1.1 Klass 2.1



Figur 3. Händelseträäd olycka brandfarlig gas.

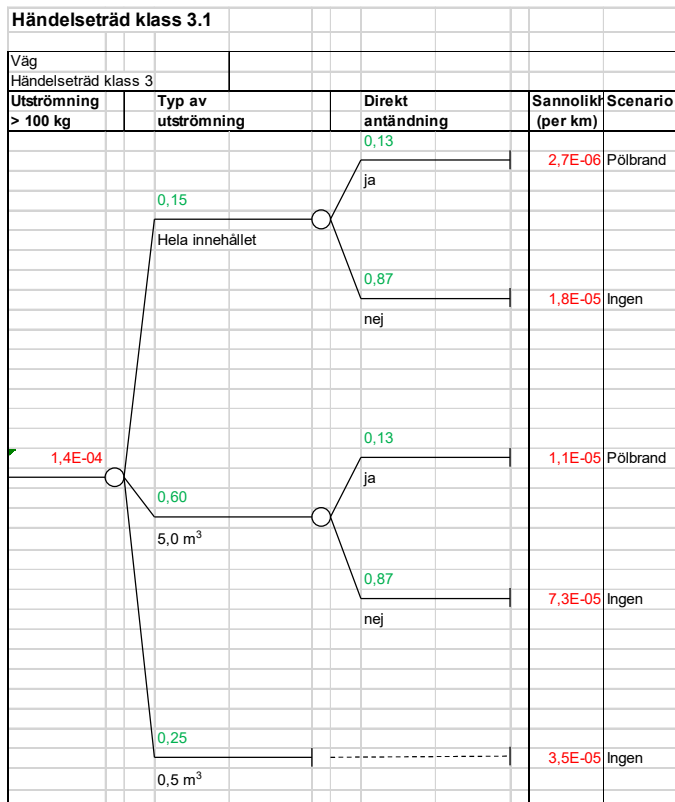


### 2.1.2 Klass 2.3



Figur 4. Händelseträd för olycka giftiga gaser.

### 2.1.3 Klass 3



Figur 5. Händelseträd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3.

## 2.2 Klass 1

Sannolikheten för en olycka med massexplosiva sprängämnen framgår av *figur 1*.

Vid en olycka finns olika utfall som här förenklas till följande:

- ingen brand eller explosion,
- explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan,
- brand i fordon som inte leder till explosion,
- brand i fordon som leder till explosion.

### **Sannolikhet för explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan**

Sprängämnen som transporteras antas vara av emulsionstyp som är den typen som huvudsakligen används inom gruvindustrin. Ett antal studier har rapporterats (ERM 2008, FOA 2000) som visar att den hastighet som krävs för att en stöt skall leda till explosion av sprängämnet är jämförbara med typiska hastigheter för kulor från skjutvapen (500 m/s dvs. 1800 km/t). Vid förhöjda temperaturer sänks visserligen denna hastighet men ligger fortfarande vida över vad som förekommer vid en olycka.

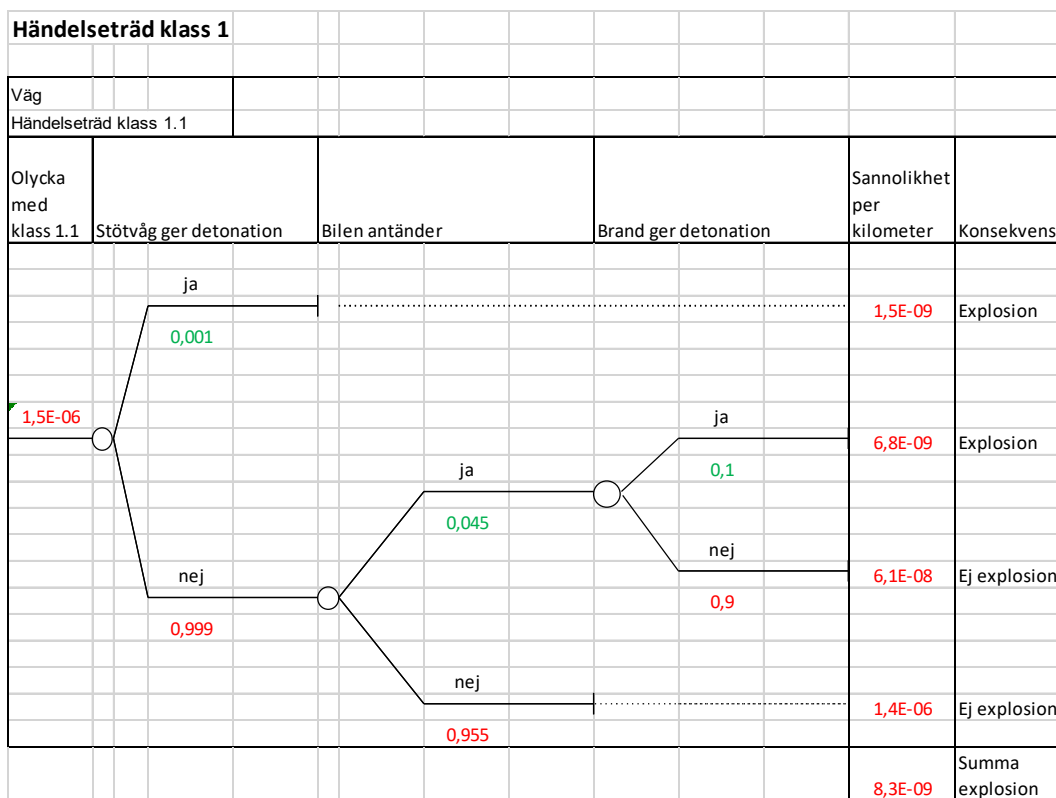
Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

Sammantaget bedöms det att sannolikheten för detonation på grund av stöt vid en olycka med emulsionssprängämnen ligger under 0,1 %. Detta värde kommer att användas vid sannolikhetsberäkningarna.

### **Sannolikhet för detonation på grund av brand**

Sannolikheten för att en olycka leder till en fordonsbrand beräknas utifrån statistik från USA då pålitlig svensk statistik saknas. Enligt statistiken (NFPA 2012, FEMA 2008, USCB 2012) förekom det under perioden 2005–2009 ca 52,7 miljoner trafikolyckor på motorvägar i USA. Av dessa var lastbilar inblandade i ca 3,1 % eller 1,6 miljoner olyckor. Av trafikolyckorna på motorväg under perioden 2005–2009 ledde ca 1,13 miljoner till brand i fordon. Av dessa olyckor med brand i fordon berörde ca 6,4 % eller 72 600 lastbilar. Andelen trafikolyckor med lastbilar som ledde till brand är således  $72\,600/1\,600\,000 = 4,5\%$  under 2005–2009 i USA. Denna siffra används som sannolikhet för att lastbil fattar eld vid en olycka.

Sannolikheten att en brand leder till detonation av sprängämnet uppskattas grovt till 10 %. Händelseträdet för hela händelseförloppet vid olycka med sprängämnen visas i *figur 6*.



Figur 6. Händelseträäd för olycka med sprängämnen, klass 1.1.

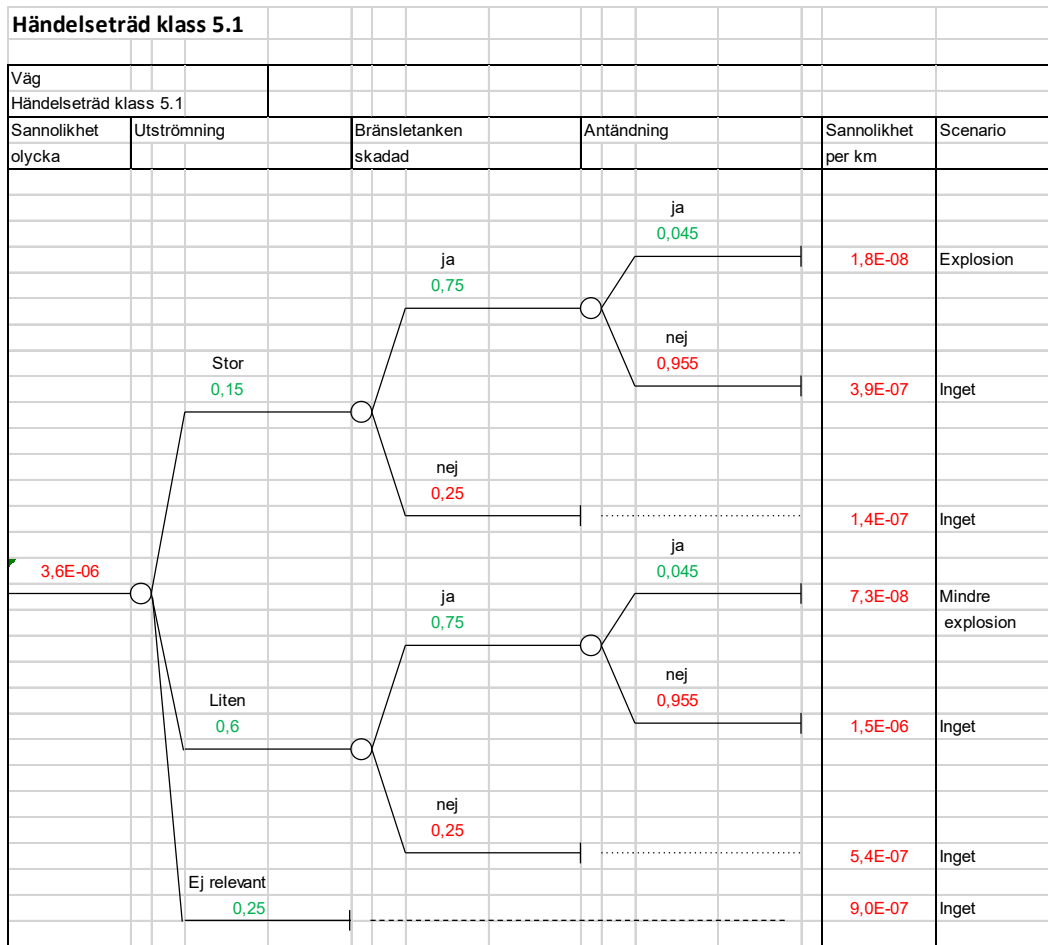
### 2.3 Klass 5.1

Detta scenario baseras på att transporter sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 3 ton TNT vid ett stort utsläpp av ammoniumnitrat och cirka hälften vid ett mindre utsläpp. Detta överskattar explosionens kraft eftersom den blandning som kommer att ske om båda ämnena rinner ut vid en olycka inte räcker för att åstadkomma ett effektivt sprängämne vilket egentligen kräver en ganska exakt blandning av dessa ämnen.

För att en olycka med en transport med oxiderande ämnen skall leda till betydande konsekvenser krävs att det oxiderande ämnet blandas med dieselolja och att blandningen antänds. För att detta skall ske måste flera förutsättningar vara uppfyllda:

1. Ett betydande utsläpp av oxiderande ämnen måste ske.
2. Utsläpp av dieselolja måste ske.
3. Blandningen måste antändas.

Sannolikheten för detta framgår av händelseträdet i *figur 7* nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



Figur 7. Händelseträd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion.

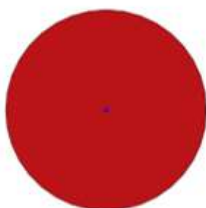
### 3 Konsekvenser av scenario

Detta steg görs i QGIS där antalet omkomna i var och ett av scenarierna beräknas med ekvationen nedan.

$$N = \text{Överlappande område} \times \text{sannolikhet omkomna} \times \text{befolkningstäthet}$$

Det överlappande området är det område som påverkas av ett effektområde för de olika scenarierna. Sannolikheter för omkomna (P) samt effektområdets form och storlek kan ses i *figur 8*. För klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 har sannolikhet för omkomna och effektområdets storlek tagits från den nederländska beräkningsmetoden RBM II. För klass 1.1 och klass 5.1 beskrivs mer i detalj hur sannolikheterna och effektområdets storlek har beräknats i *avsnitt 3.1* respektive *3.2*.

#### Klass 1 och klass 5



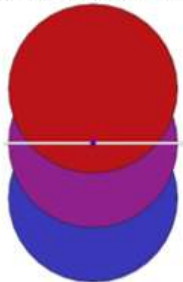
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

#### Jet



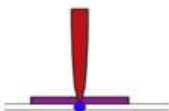
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längd)	37 meter	40 meter
Minor axis (halva bredd)	20 meter	34 meter
Avstånd centrum	29,5 meter	29,5 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

#### Molnbrand momentan



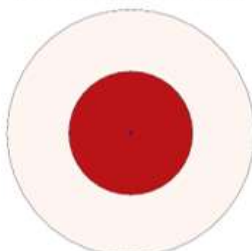
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

#### Molnbrand kontinuerlig



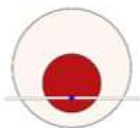
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

#### Gasexplosion momentan



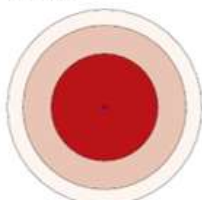
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



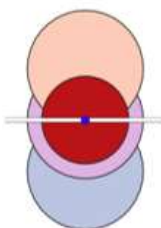
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



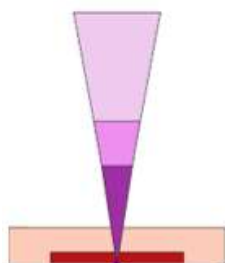
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan



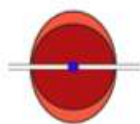
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

Giftiga gaser kontinuerligt



	Vind mot (lila yta), effektområde 1	Vind mot (lila yta), effektområde 2	Vind mot (lila yta), effektområde 3	Vind längs (röd yta), effektområde 1	Vind längs (röd yta), effektområde 2
Maximala längd	100 meter	145 meter	255 meter	135 meter	220 meter
Maximala bredd	31 meter	47 meter	88 meter	13 meter	38 meter
P (inne)	0,1	0,06	0,03	0,1	0,03
P (ute)	1	0,6	0,3	1	0,3

Pölbrand



	Pölbrand stor		Pölbrand liten	
	Effektområde 1	Effektområde 2	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (Halva längd)	24 meter	32 meter	11 meter	16 meter
Minor axis (Halva bredd)	23 meter	24 meter	10 meter	12 meter
P (inne)	1	0	1	0
P (ute)	1	0,12	1	0,4

Figur 8. Effektområdenas form och sannolikhet för omkomna. Figuren är ej skalenlig.

### 3.1 Klass 1

Vid beräkning av explosionslast utgår från en explosion av 16 ton TNT. Mängden sätts till 16 ton då detta är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras i en vägtransport. Att välja TNT görs för att inte underskatta explosionsstyrka, ämnet som transporteras mest är ANFO vars explosionsstyrka ligger på ca 82 % av TNT. För att inte underskatta riskerna väljs dock TNT.

Explosionens övertryck och impuls har beräknats nedan. Både oreflekterade och reflekterade värden har beräknats. De reflekterade värdena är aktuella när explosionen träffar en yta som är riktat vinkelrät mot explosionen. De oreflekterade värdena gäller för ytor som är riktade i samma riktning som explosionen.

Explosionsstyrkan beräknas med hjälp av *figur 9 och 10* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

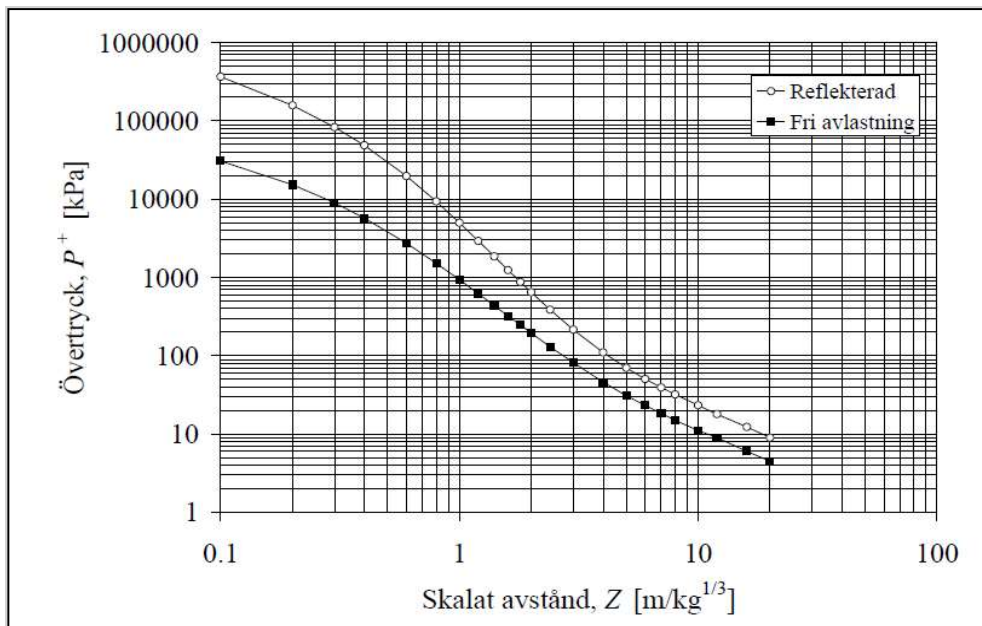
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

$$Z = \frac{R}{M^{1/3}}$$

R = avstånd från explosionscentrum (m)

M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

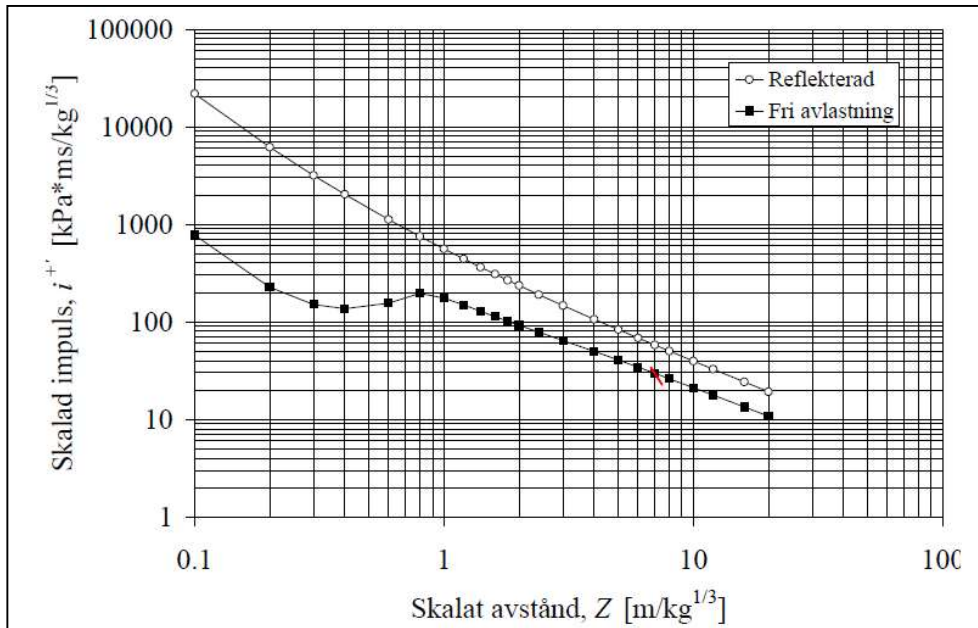
*Figur 9* ger övertrycket  $p_+$



*Figur 9. Reflekterat och oreflekterat övertryck som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).*

*Figur 10* ger den skalade impulsen delat med kubikroten ur mängden sprängämne:  $i_+/M^{1/3}$ . Den skalade impulsintensiteten räknas sedan ut genom att multiplicera med  $M^{1/3} = 16000^{1/3} = 25,2 \text{ kg}^{1/3}$ .





Figur 10. Reflekerat och oreflekerat impulsintensitet som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Resultaten visas i *tabell 1*.

Tabell 1. Reflekerat och oreflekerat tryck och impultstäthet som funktion av avståndet till explosionscentrum.

Avstånd	Z	$p^+$	$p_r$	$i^+$	$i_r$
m	$m/kg^{1/3}$	kPa	kPa	kPas	kPas
25	1,0	900	5000	4,8	14,0
50	2,0	200	750	2,3	6,3
63	2,5	120	400	1,8	4,3
75	3,0	80	220	1,6	3,3
100	4,0	45	110	1,3	2,6
125	5,0	33	70	1,0	2,0
150	6,0	23	50	0,9	1,8
175	6,9	20	40	0,8	1,5
200	7,9	15	33	0,7	1,3

### 3.1.1 Skador på bebyggelsen

Enligt amerikanska undersökningar (EAI 1997) rasar hus vid ett övertryck ( $p^+$ ) på 25-35 kPa medan en vanlig stadsbebyggelse bedöms få allvarliga skador vid ungefär samma övertryck. Detta tryck uppnås enligt *tabell 1* ungefär 125 m från platsen för explosionen.

Sammantaget antas att byggnader närmast vägen får allvarliga skador inom 125 m från explosionen. Bebyggelsen bakom skyddas i stor utsträckning av husen framför och antas inte få lika betydande skador.

Inom området där husen skadas allvarligt antas att husens raszon sträcker sig in mot ungefär halva huset och att det i raszonen omkommer cirka en tredjedel av de personer som vistas där (FOA 1997). Detta innebär att cirka en sjättedel av de boende inom detta område antas omkomma vid en explosion med sprängämnen. Antalet omkomna beräknas utifrån antal i husraden närmast vägen

### 3.1.2 Skador utomhus

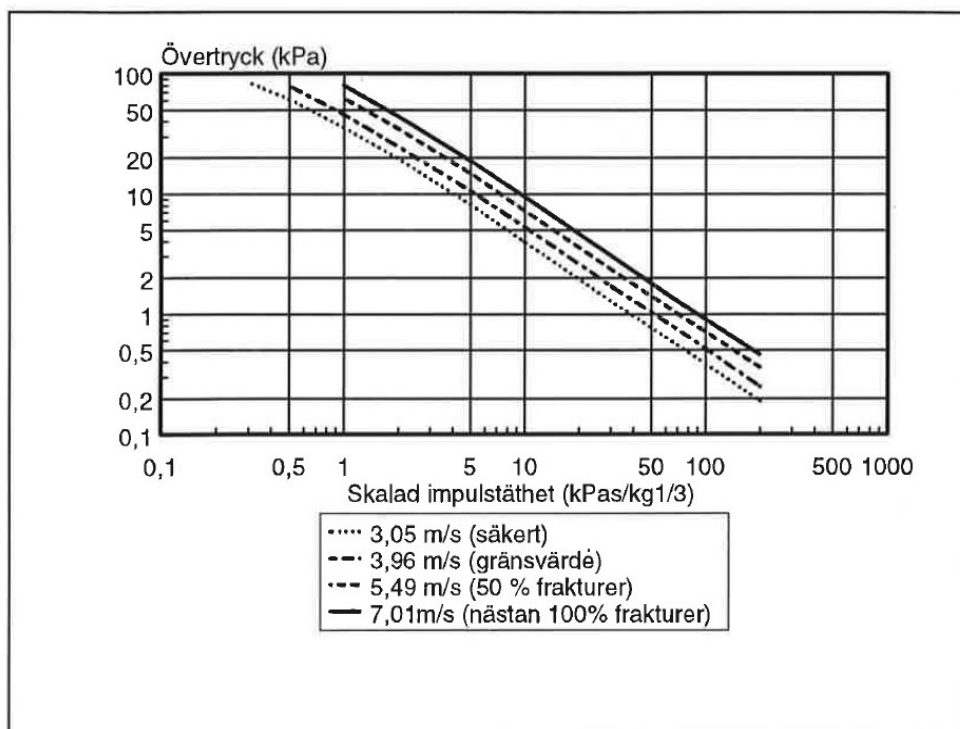
#### Direkta skador pga. tryck

Människan tål tryck relativt bra. Gränsen för lungskador anges vara ca 70 kPa, döda på grund av lungskador förväntas vid 180 kPa och 50 % omkomna vid 260 kPa. Detta innebär att inga omkomna förväntas pga. lungskador på ett avstånd på mer än 50 m från explosionen (FOA 1997).

#### Indirekta skador

Indirekta skador kan uppstå genom att någon kastas mot något hårt föremål av tryckvågen eller att personer träffas av nedfallande byggnadsdelar.

Som skademått för skador pga. att någon kastas av tryckvågen tas skallskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skallfraktur på ca 50 m från explosionen, se *figur 11* och *tabell 1*. På 75 m har sannolikheten avtagit till 50 % och minskar till 10 % på ca 90 m.



Figur 11. Kombinationer av övertryck och skalad impulstäthet som ger allvarliga skador vid slag mot huvudet (från FOA 1997).

Personer utomhus kan även omkomma av fallande byggnadsdelar eller splitter och vi antar därför att alla personer som befinner sig kring hus som förväntas rasera omkommer i explosionen.

En gynnsam omständighet som inte beaktats i detta scenario är att det kommer att ta tid innan en brand i ett fordon med sprängämnen sprider sig till lasten och ger upphov till en explosion. Under denna tidsperiod finns möjligheter att evakuera personer från området. Praktiska erfarenheter från olyckor med sprängämnen visar att evakueringen ofta har kunnat genomföras och lett till en reduktion av antalet omkomna. Det här beskrivna scenariot ger därför konservativa värden för det förväntade antalet omkomna.

### 3.2 Klass 5.1

Två scenarier finns beroende på storleken på utsläppet av det oxiderande ämnet. Storleken på utsläppet av den brandfarliga vätskan är av mindre vikt eftersom en explosiv blandning endast kräver en mindre mängd brandfarlig vätska (ca 1 del brandfarlig vätska på 7 delar oxiderande ämne).

Konsekvenserna av en stor explosion har antagits vara desamma som för en explosion av 3 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk beräknas på samma sätt som i scenariot för klass 1.1.

Konsekvenserna för en mindre explosion har antagits vara hälften av konsekvenserna av en stor explosion.

### 3.3 Individrisk

Individrisken beräknas med hjälp av följande ekvation:

$$IR(x) = F_{olycka} \times vind \times b(x) \div andel$$

I individrisken beräknas bredden  $b(x)$  med bredden som anges i *figur 8*. För effektområden där centrum av ellipserna eller cirkelarna inte är på transportvägen räknades bredden  $b(x)$  som maximala bredd fram till centrum.

Eftersom bredden  $b(x)$  baseras på distans från transportvägen så beräknas individrisken med 2,5 meters mellanrum.

## Referenser

- EAI 1997 High explosive assessment model, 5th industrial version in SI units, Engineering Analysis Inc. 1997
- ERM 2008 SAFEX-paper Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong Express Rail Link: An overview of the explosives aspects cartridged emulsion explosives and accessories through a densely populated area. ERM-Hong Kong Ltd, 2008
- FEMA 2008 Highway Vehicle Fires, Topic Fire Report Series Volume 9, Issue 1, FEMA September 2008
- FOA 1997 Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, Försvarets Forskningsanstalt, september 1997
- FOA 2000 Explosivämneskunskap, Institutionen för energetiska material, Försvarets Forskningsanstalt 2000
- Kallin 2019 Risk assessment of transport of dangerous goods with GIS, Chalmers tekniska högskola, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/300121> (Hämtad 2019-08-20)
- NFPA 2010 National Fire Protection Association, US Vehicle Fire Trends and Patterns, June 2010
- SMHI 2006 Vindstatistik för Sverige 1961–2004, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Nr 121 2006
- SRV 1996 Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Statens Räddningsverk, Risk- och miljöavdelningen 1996
- SRV 2005 Dynamisk lastpåverkan – Referensbok, Statens Räddningsverk, Karlstad, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2005
- SRV 2007 Bebyggelsens motståndsförmåga mot extrem dynamisk belastning, delrapport 1 Last av luftstövåg, Statens Räddningsverk, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2007
- USCB 2012 United States Census Bureau, Statistical Abstract of the United States: 2012
- Vägverket 2008 Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring, Effektkatalog Kap 6 Trafiksäkerhet, Vägverket publikation 2008:11