

Mölnads Stad

# MKB Lunnagården

Riskutredning transporter av farligt gods



Uppdragsnr: 107 08 44 Version: Färdig handling  
2022-05-16

**Uppdragsgivare:** Mölndals Stad  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Sofia Refsnes  
**Konsult:** Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** Sara Rydbeck  
**Teknikansvarig:** Johan Hultman  
**Handläggare:** Herman Heijmans  
 Robert Kallin

Färdig handling	2022-05-16		Johan Hultman	Herman Heijmans	Johan Hultman
Extern granskning	2020-04-23		Johan Hultman	Herman Heijmans	Johan Hultman
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB 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

Mölnads stad har tagit fram en samrådshandling till detaljplan för Lunnagården som ska möjliggöra för utveckling av ett nytt verksamhetsområde söder om Söderleden, anläggning av en ny huvudväg som knyter an mot Sisjöns handelsområde samt stärka berörd del av det regionala grönstråket.

Norr om planområdet går Söderleden som är utpekad som rekommenderad primär transportled för farligt gods. Länsstyrelsens riskpolicy anger att riskfrågorna skall beaktas vid detaljplanering inom 150 meter från transportled av farligt gods. Beslut har därför tagits att upprätta en särskild riskanalys för projektet.

Sammantaget beräknas det befinna sig i snitt 2 300 personer i området på dagtid. Natttid förväntas det att endast få personer vistas inom området. För att inte underskatta riskerna antas det att det befinner sig 50 personer inom området nattetid. En sannolik fördelning är att det är fler på kvällstid och nästan inga senare på natten.

Olika källor för statistik gällande transporter av farligt gods ger väldigt olika resultat avseende transporter år 2040. Beräknat antal transporter utifrån dessa uppgifter varierar mellan 320 och 140 000 för år 2040. Uppgifterna från den nyligen genomföra mätning i Gnistångstunneln bedöms ge de mest aktuella och platsbestämda uppgifter och används därför i riskberäkningarna.

En osäkerhetsanalys har genomförts där 25 % fler transporter av farligt gods på Söderleden samt 25 % mer människor på plats i planområdet används i beräkningarna.

Resultaten av riskutredningen visar att individrisken och samhällsrisken ligger inom det område där kostnadsmässigt rimliga och tekniskt genomförbara åtgärder ska göras. Sammantaget bedöms det att ett antal skyddsåtgärder bör genomföras på ny bebyggelse i östra delen av planområdet:

- Områden utomhus inom 80 meters avstånd från Söderleden ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse.
- Utrymning ska vara möjlig bort från Söderleden.
- Ventilation på byggnader ska placeras i högt läge och bortvänd från Söderleden.
- Fasad upp till 5 meters höjd inom 150 meter från Söderleden ska utföras i brandklassat material EI30.
- Åtgärd på byggnader (exempelvis sammanhållen betongstomme) inom 150 meter från Söderleden som minskar risken för fortskridande ras på byggnader på grund av gasexplosioner. Byggnader ska dimensioneras för en explosion motsvarande ett gasmoln på 100 m<sup>3</sup> (10 kg) gasol med explosionscentrum vid väggkant.

Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs så bedöms att rimliga åtgärder har genomförts och den totala risknivån för området anses vara godtagbar utifrån de tillämpade riskkriterierna.

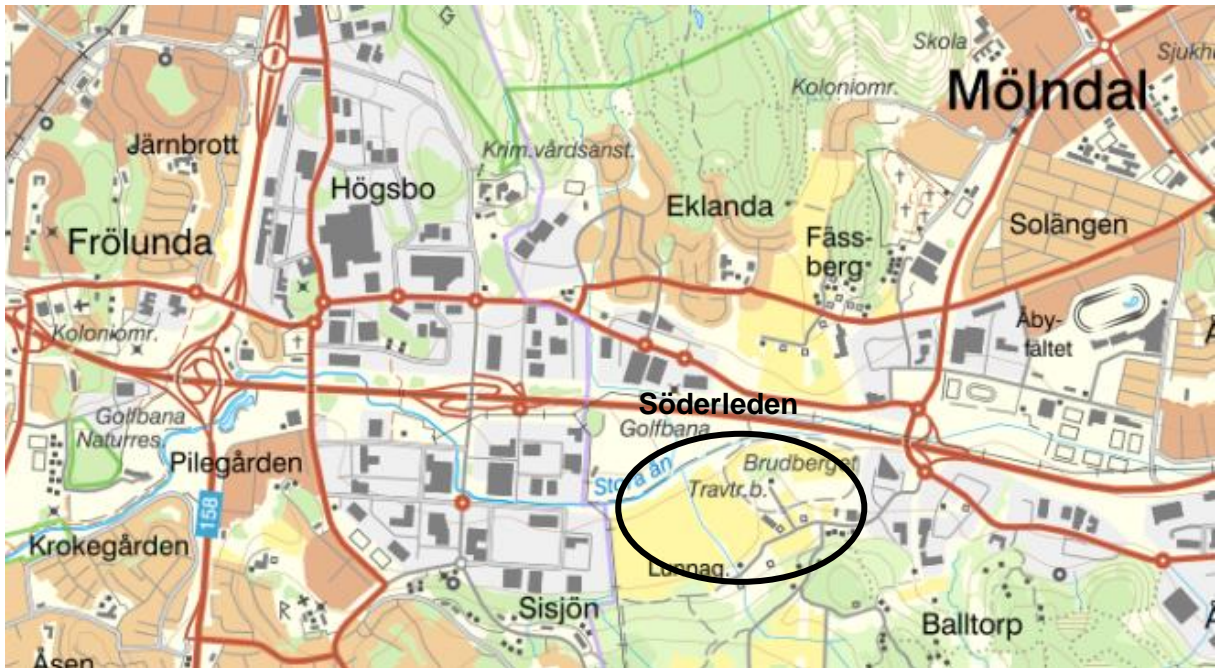
# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Risker med transport av farligt gods</b>	<b>6</b>
2.1	Typer av farligt gods	6
2.2	Konsekvenser av en olycka med farligt gods	6
<b>3</b>	<b>Platsen</b>	<b>8</b>
3.1	Planområdet	8
3.2	Persontäthet i det östra delområdet	9
3.3	Transporter av farligt gods på Söderleden	9
3.4	Sannolikhet för olyckor på Söderleden	12
<b>4</b>	<b>Riskbedömning i den fysiska planeringen</b>	<b>13</b>
4.1	Vad är risker	13
4.2	Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen	14
4.3	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	16
<b>5</b>	<b>Resultat av riskberäkningarna</b>	<b>20</b>
5.1	Individrisk	21
5.2	Samhällsrisk	22
5.3	Osäkerhetsanalys	23
5.4	Med Skyddsåtgärder	25
<b>6</b>	<b>Slutsatser och skyddsåtgärder</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>28</b>

# 1 Inledning

Mölnads stad har tagit fram en samrådshandling till detaljplan för Lunnagården som ska möjliggöra för utveckling av ett nytt verksamhetsområde söder om Söderleden, anläggning av en ny huvudväg som knyter an mot Sisjöns handelsområde samt stärka berörd del av det regionala grönstråket.

Syftet med planen är att i enlighet med kommunens fördjupade översiktsplan (FÖP) att på längre sikt skapa ett verksamhetsområde med ett centralt grönstråk. Detaljplanen ska pröva förutsättningarna för utbyggnad av totalt ca 175 000 BTA (bruttoarea) med icke störande verksamheter, bl.a. kontor, samtidigt som befintliga hästgårdar säkerställs som bostad med tillhörande komplementbyggnader samt odlings- och djurhållningsverksamhet.



Figur 1.1 Områdets läge markerat med svart ring. (Kartmaterial från Lantmäteriet)

Norr om planområdet går Söderleden som är utpekad som rekommenderad primär transportled för farligt gods. Länsstyrelsens riskpolicy (Lst 2006) anger att riskfrågorna skall beaktas vid detaljplanering inom 150 meter från transportled av farligt gods. Beslut har därför tagits att upprätta en särskild riskanalys för projektet. Den genomförda analysen och framtagna åtgärdsförslag presenteras i denna rapport.

## 2 Risker med transport av farligt gods

### 2.1 Typer av farligt gods

Enligt internationella bestämmelser (ADR/RID) delas farligt gods in i nio klasser, se *tabell 2.1*.

Tabell 2.1 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	Kvikksilverföreningar 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

### 2.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

Nedan följer en allmän beskrivning av de olika sorters farligt gods som transporteras i Sverige 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 beskrivs mera utförligt i *bilaga 1 och 2*.

#### *Klass 1: Explosiva ämnen*

En explosion av s.k. massexplosiva ämnen kan ge omkomna upp till ca 100 m 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 s.k. 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, s.k. 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 upp till 150 m.

Giftiga gaser kan vid ett utsläpp driva iväg i vindriktningen och leda till omkomna på flera hundra meter. Dödsfall inträffar framförallt bland de som vistas utomhus.

#### *Klass 3: Brandfarliga vätskor*

Om en tank med mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) skadas rinner bensinen ut och en s.k. 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.

#### *Klass 4: Brandfarliga ämnen såsom svavel, fosfor och 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 vara 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 och svavelsyra*

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

#### *Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål*

Denna klass omfattar bl.a. miljöfarligt avfall. Det är dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.

## 3 Platsen

### 3.1 Planområdet

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra utveckling av ett nytt verksamhetsområde i området söder om Söderleden. Förslaget innebär att det i stora delar av planområdet möjliggörs utveckling av 175 000 m<sup>2</sup> (BTA) verksamhetsmark.

Planområdet består av olika delområden, se figur 3.1. I väster ligger ett område för verksamheter som ligger på ett kortaste avstånd av cirka 400 meter från Söderleden. I öster ligger ett område för verksamheter som ligger på ett kortaste avstånd på 106 meter från Söderleden.

Söder om det västra området ligger ett antal befintliga gårdar (Lunnagården, Hökegårdens och del av Påsegården). På ett minsta avstånd på ca 400 meter från Söderleden. Resten av området består av naturområde med ett kortaste avstånd av 72 meter till Söderleden. Mellan planområdets östra del och Söderleden ligger Sisjö golfklubbs golfbana och marken är i huvudsak plan.



Figur 3.1. Illustration över planområdet med den östra delen av planområdet där riskberäkning genomförs är markerad med röd ring (Mölnåls stad 2020).

Det är endast verksamhetsområdet i öster som ligger så pass nära Söderleden att det förväntas påverkas på ett betydande sätt vid en olycka med farligt gods på Söderleden. Andra områden ligger på minst 400 meter från leden.

Totalt BTA för det västra delområdet uppgår till 55 000 m<sup>2</sup> och för det östra delområdet 120 000 m<sup>2</sup>. I det östra delområdet är utgångspunkten att uppnå en tätare och mer koncentrerad utveckling av främst kontorsverksamhet. Bestämmelserna möjliggör också annan icke störande verksamhet beroende på intressent. Kvarteret längst österut utgör entrén till området. Här möjliggörs även



utveckling av centrumverksamhet, t.ex. olika gemensamhetsytor såsom restauranger för de som arbetar i och besöker området. I det västra delområdet är avsikten att lokalisera mer utrymmeskrävande verksamheter, dock med liten omgivningspåverkan.

## 3.2 Persontäthet i det östra delområdet

I det östra delområdet planeras framförallt för kontorsverksamhet. Totalt BTA förväntas vara 120 000 m<sup>2</sup>. Med ett antaget utrymmesbehov av 25 m<sup>2</sup> per arbetsplats inklusive gemensamma utrymmen m.m. (Arbetsmiljöverket 2006) innebär detta cirka 4 800 arbetsplatser. Om personer antas var inom området under 8 arbetstimmar + 1 lunchtimme på vardagar under 46 veckor per år innebär detta att det i snitt under dagtid (kl 06- kl 18) kommer att finnas  $4\,800 \times (9 \times 5 \times 46 / (12 \times 365)) = 2268$  personer i området.

Alla kontorsplatser kommer inte att vara upptagna kontinuerligt under arbetstid, samtidigt kommer det att finnas besökare utifrån till verksamheterna och restaurangen inom området. Sammantaget antas att det befinner sig i snitt 2 300 personer i området på dagtid. Nattetid förväntas det att endast få personer vistas inom området. För att inte underskatta riskerna antas det att det befinner sig 50 personer inom området nattetid. En sannolik fördelning är det är fler på kvällstid och nästan inga senare på natten.

Av dessa personer befinner sig cirka 93 % inomhus och 7 % utomhus på dagtid. Motsvarande siffra på natten är 99% inomhus och 1 % utomhus.

I osäkerhetsanalysen i *avsnitt 5.3* beräknas effekten om antalet personer skulle vara 25 % mer än vad som antagits här.

## 3.3 Transporter av farligt gods på Söderleden

### 3.3.1 Uppgifter från MSB

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras på Söderleden och fördelningen på olika klasser har samlats in av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (SRV 2007). Uppgifterna är baserade på en undersökning som genomförts under en månad, september 2006, och finns samlade i en GIS-databas. Enligt dessa uppgifter transporterades det 4 000 ton farligt gods under månaden vilket innebär ca 2 000 transporter med farligt gods på Söderleden det året.

Ökningen av transporter på Söderleden mellan 2006 och 2040 har beräknats till 91 % (Trafikverket 2018:1). Detta innebär ca 3 700 transporter år 2040, se även *tabell 3.1*.

Uppgifterna från undersökningen finns även publicerade i en rapport. I rapporten anges transporterade mängder som ett spann, för att ta höjd för osäkerheterna i underlaget. Enligt rapporten gick det mellan 150 och 16 000 transporter med farligt gods per år 2006 vilket omräknat till 2040 blir upp till 34 000 transporter årligen, se även *tabell 3.1*.

### 3.3.2 Mätning av farligt godstransporter i Gnistängstunneln

MSB:s uppgifter är baserat på – enligt deras egna uppgifter – bristfällig statistik och jämförelse görs därför med en nyligen genomförd mätning i Gnistängstunneln (Lst 2015). Mätning genomfördes under 4 dagar under oktober 2015 där fordonens farligt godsskyltar registrerades. Det totala antalet transporter under dessa 4 dagar var 477 om alla transporter inräknas. Detta innebär ca 44 000 transporter med farligt gods år 2015 vilket innebär ca 72 000 transporter år 2040, se även *tabell 3.1*.

### 3.3.3 Nationella medelvärden för transporter av farligt gods

Nationella medelvärden anger att cirka 5 % av de tunga transporterna består av farligt gods (Trafikanalys 2016). Antalet godstransporter på Söderleden uppgick år 2018 till cirka 5 500 per årsmedeldygn (Trafikverket 2020). Antalet transporter av farligt gods per år beräknas då till ca 92 000. Omräknat till 2040 betyder detta ca 140 000 transporter, se även *tabell 3.1*.

Tabell 3.1. Sammanställning av uppgifter transporter Söderleden

Källa	Antal transporter omräknat till 2040
MSB, GIS-databas	3 700
MSB rapport	320 – 34 000
Mätning Gnistängstunneln	72 000
Nationella medelvärden	140 000

### 3.3.4 Slutsats antal transporter med farligt gods

Olika källor ger väldigt olika resultat avseende transporter med farligt gods år 2040. Antalet transporter varierar mellan 320 och 140 000 för år 2040. Uppgifterna från den nyligen genomföra mätning i Gnistängstunneln bedöms ge de mest aktuella och platsbestämda uppgifter och används i fortsatta beräkningar. Antalet transporter ligger dessutom mellan de uppgifterna från MSB och de nationella medelvärdena.

Indelningen i olika farligt gods klasser görs utifrån mätningen i Gnistängstunneln, kompletterat med uppgifter utifrån de nationella siffror för de klasser där det inte uppmättes några transporter men där eventuella framtida transporter kan vara av betydelse för risknivåerna inom planområdet, se *tabell 3.2*.

Tabell 3.2. Uppskattat antal transporter med farligt gods på Söderleden. Klasser markerade med fetstil används i riskberäkningen.

Klass	Andel	Antal transporter 2040
<b>1 Explosiva ämnen</b>	<b>0,24 %</b>	<b>180*</b>
<b>2.1 Brandfarliga gaser</b>	<b>3,5 %</b>	<b>2 500</b>
2.2 Övriga gaser	0,5 %	390
<b>2.3 Giftiga gaser</b>	<b>0,15 %</b>	<b>100*</b>
<b>3 Mycket brandfarliga vätskor</b>	<b>53,0 %</b>	<b>38 000</b>
3 Övriga brandfarliga vätskor	26,5 %	19 000
4 Brandfarliga fasta ämnen	0,5 %	390
<b>5 Oxiderande ämnen</b>	<b>3,5 %</b>	<b>2 500</b>
6 Giftiga ämnen m m	0,3 %	200
7 Radioaktiva ämnen	0,0 %	0
8 Frätande ämnen	3,8 %	2 700
9 Övriga farliga ämnen	8,1 %	5 800
Totalt	100,0 %	Cirka 72 000

\*Uppgifter baseras på nationell statistik

Av de nio klasserna ovan är det ämnen i klasserna 1, 2, 3 och 5 som kan leda till olyckor med betydande konsekvenser för området. Klasserna 1, 2, 3 och 5 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 massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ØSA 2004). Under mätperioden passerade inga fordon med farligt gods, uppgifterna baseras på nationell statistik.

För klass 2.1 finns uppmätta värden under mätperioden. Inga fordon med farligt gods i klass 2.3 passerade under mätperioden, uppgifterna baseras på nationell statistik.

Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (bensin mm) sätts till 75 % (ØSA 2004).

För klass 5 räknas endast de oxiderande ämnen med som bedöms kunna leda till en massexplosion. De uppskattas som högst stå för en tredjedel av den totala mängden.

Detta ger följande antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området, se tabell 3.3.

Tabell 3.3. Transporter av farligt gods på Söderleden år 2040 som medför betydande risker för området

Klass och ämnesgrupp	
1.1 Masseexplosiva ämnen	18
2.1 Brandfarliga gaser	2 500
2.3 Giftiga gaser	100
3. Mycket brandfarliga vätskor	38 000
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	900

### 3.4 Sannolikhet för olyckor på Söderleden

Sannolikheten för olyckor på Söderleden fås från Trafikverkets handbok "Nybyggnad och förbättring – Effektkatalog" (Trafikverket 2018:2). Risken för olyckor på en statlig 4-fältig motorväg med högsta tillåten hastigheten på 80 km/h anges till 0,086 olyckor per miljon axelparkilometer och år eller  $8,6 \times 10^{-8}$  per axelparkilometer och år. I snitt har lastbilar utan släp 1,1 axelpar per fordon (Trafikverket 2018:2). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats med antagandet att viss andel av olyckorna är singelolyckor och resten av olyckorna har två fordon inblandade. Uppgifterna om hur stor andel av olyckorna som är singelolyckor fås från rapporten "Farligt gods – Riskbedömning vid transport" och är 50 % för den aktuella vägtypen (SRV 1996).

Risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka blir då lika med  $8,6 \times 10^{-8} \times 1,1 \times (2-0,5) = 1,42 \times 10^{-7}$  per kilometer väg och år.

## 4 Riskbedömning i den fysiska planeringen

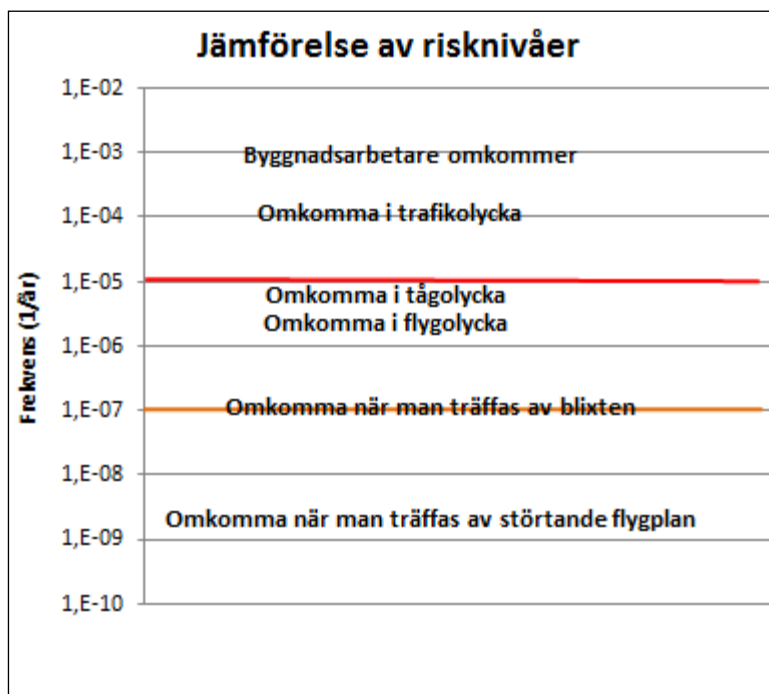
### 4.1 Vad är risker

Risker beror på att händelser som har oönskade konsekvenser kan inträffa. Viktiga frågor är: "Hur ofta kan dessa händelser inträffa?" och "Vad är följderna om den händelsen inträffar?". Oftast beskrivs 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 antalet gånger en händelse förväntas 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 per 1000 år. Sannolikheten för olyckor med farligt gods är oftast mycket lägre, *exempelvis 0,000 001 per år eller en gång per 1 000 000 år (matematiskt kan detta uttryckas som  $1 \times 10^{-6}$  per år)*.

En olyckshändelse kan få många olika konsekvenser: materiella skador, miljöskador, skadade personer och omkomna personer. Det är svårt att beräkna skador på miljön, byggnader och personer då det även måste bedömas hur svår skadan är. Det är enklare (rent utredningsmässigt) att räkna på antalet personer som förväntas omkomma. Därför uttrycks konsekvensen av en olyckshändelse med farligt gods oftast som antalet omkomna. En bakomliggande tanke är att antalet skadade och övriga skador är proportionerligt till antalet omkomna. Även när kriterierna bestäms för risknivåer vid transport av farligt gods används oftast antalet omkomna.

Risker finns överallt omkring oss. Några risker och deras sannolikheter anges i *figur 4.1*.



Figur 4.1 Exempel på olika risknivåer som finns i samhället. 1,E-02 betyder  $1 \times 10^{-2}$  eller en gång på 100 år. De röda och orangea sträckan är kriterier för bedömning av risknivåer och förklaras i avsnitt 4.3.3.

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 s.k. riskkälla. Individrisken är definierad utifrån 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.

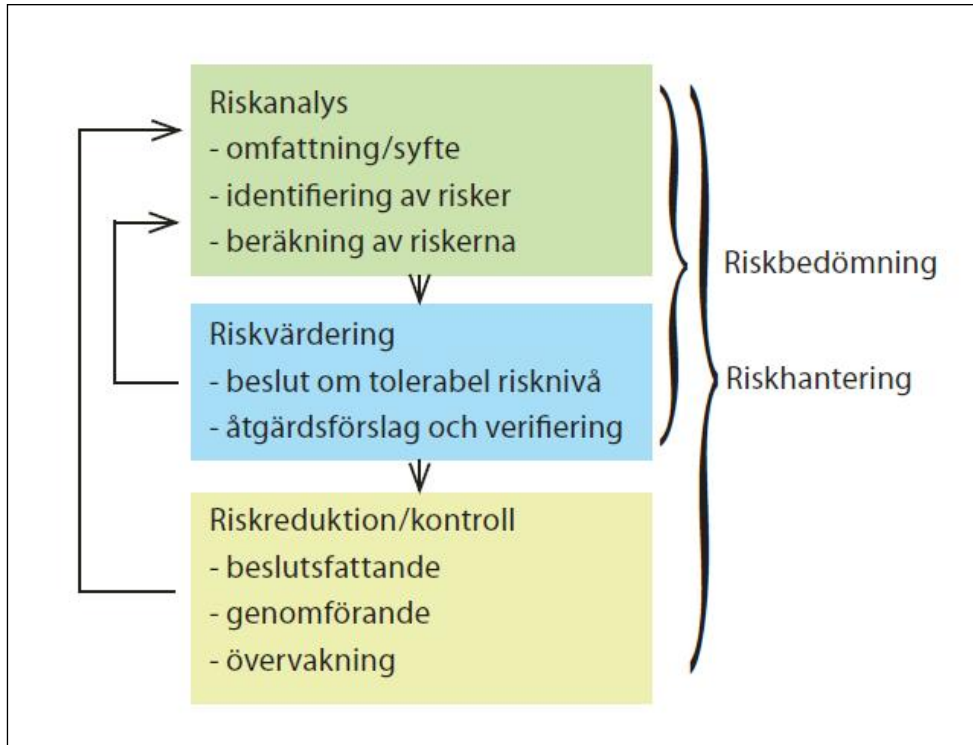
Samhällsrisken är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskskällans farlighet men även på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 m från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

Samhällsrisken återges i ett FN-diagram där F står för frekvens och N för antalet omkomna. Det som anges är med vilken frekvens (F) olyckor med ett visst antal omkomna (N) förväntas förekomma inom området. Detta ger en s.k. FN-kurva för området.

## 4.2 Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen

Krav på hantering av risker i den fysiska planeringen finns i plan- och bygglagen och miljöbalken. Hälsa och säkerhet skall beaktas så tidigt som möjligt i detaljplaneprocessen. Ofta startar detta arbete redan i programarbete för detaljplanen för att sedan bli mer detaljerat i planarbetet. 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 acceptabel risknivå ska dessa om möjligt föras in som planbestämmelser på plankartan. Åtgärder som inte omfattas av detaljplanen bör befästas på annat sätt, till exempel genom avtal.

Riskhanteringsprocessen kan delas upp i tre delar; riskanalys, riskvärdering och riskreduktion/kontroll, se figur 4.2 (Lst 2006). I den första delen beräknas riskerna, i den andra delen bedöms de och åtgärder föreslås och i den tredje delen tas beslut om åtgärderna.



Figur 4.2. Schema över riskhanteringsprocessen (Lst 2006).

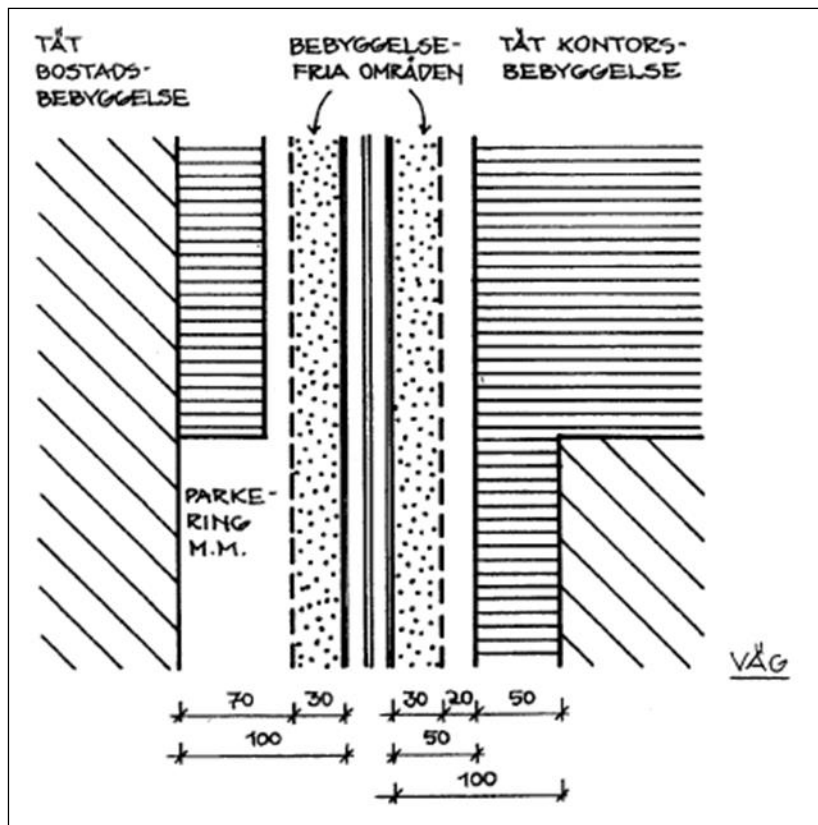
I denna rapport genomförs den första delen – riskanalys – samt ges input till den andra delen – riskvärdering – genom att riskerna jämförs med kriterier och förslag till åtgärder ges. Själva beslutet om hur riskerna skall värderas och den fortsatta hanteringen tas i kommunen med möjlighet för länsstyrelsen att överpröva beslutet.

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

## 4.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

### 4.3.1 Mölndals stad

I Mölndals stads översiktsplan föreslås att Göteborgs riktlinjer för markanvändning utmed transportleder för farligt gods även ska gälla för Mölndals tätbebyggda delar (Mölndals kommun 2006). I översiktsplanen för Göteborgs stad (Göteborgs stad 1999) anges hur markanvändningen i närheten av en väg med transporter av farligt gods skall utformas, se *figur 4.3*.



Figur 4.3. Markanvändning längs väg där farligt gods transporteras.

Enligt riktlinjerna bör det vara bebyggelsefritt upp till 30 meter från vägen. Närmare än 30 meter från vägen bör få människor normalt vistas och marken skall vara utformat för att förhindra att bensin eller liknande sprider sig ut från en eventuell olycksplats. Parkering m.m. tillåts från 30 meter från väggkant på transportled för farligt gods. Kontor tillåts normalt på ett avstånd av 50 meter från leden medan bostadsbebyggelse tillåts på 100 meters avstånd från transportled för farligt gods. I vissa fall kan det uppstå önskemål att uppföra ny bebyggelse inom det bebyggelsefria området. För att detta kan genomföras krävs en särskild riskanalys som visar vad som krävs för att uppnå en säkerhetsmässig tillfredställande lösning.

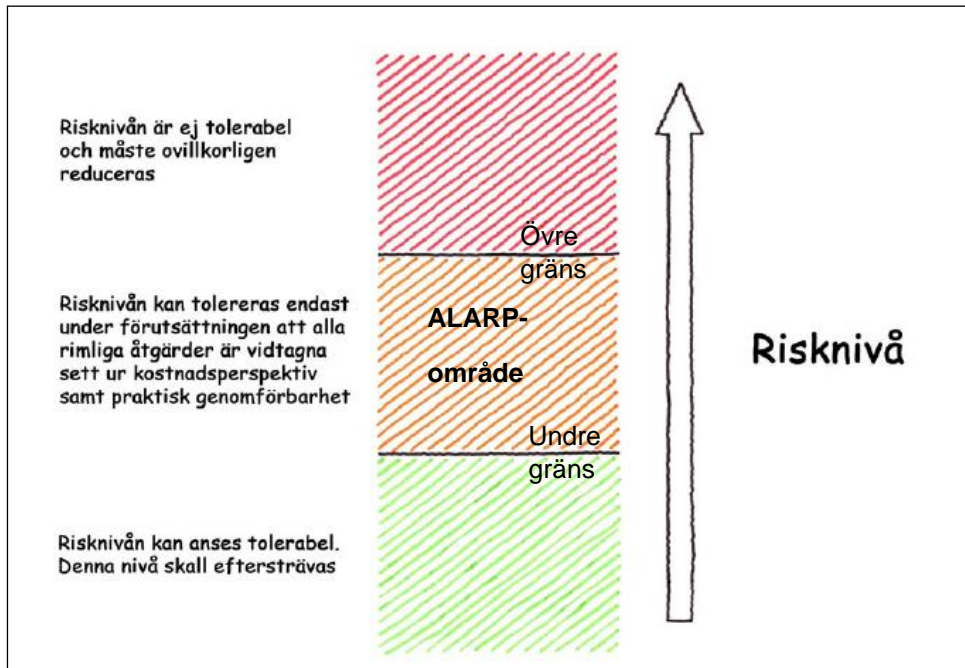
### 4.3.2 Länsstyrelsen

Länsstyrelsen i Västra Götaland har antagit en riskpolicy (Lst 2006) där det framgår att kravet är att åtminstone tolerabla risknivåer skall uppnås vid fysisk planering i närhet av transportleder för farligt gods. Länsstyrelsen har inte uttalat om vilka nivåer som gäller för att riskerna skall betraktas som tolerabla men anger att värderingskriterier skall motiveras. I *avsnitt 4.3.3* behandlas kriterier för individ- och samhällsrisk och i detta avsnitt motiveras även vilka kriterier för samhällsrisk som används för projektet.

### 4.3.3 Kvantitativa riskkriterier

#### 4.3.3.1 Individrisk

I många fall, främst när det inte finns särskilda 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 4.4*. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 4.4. Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg 2004).

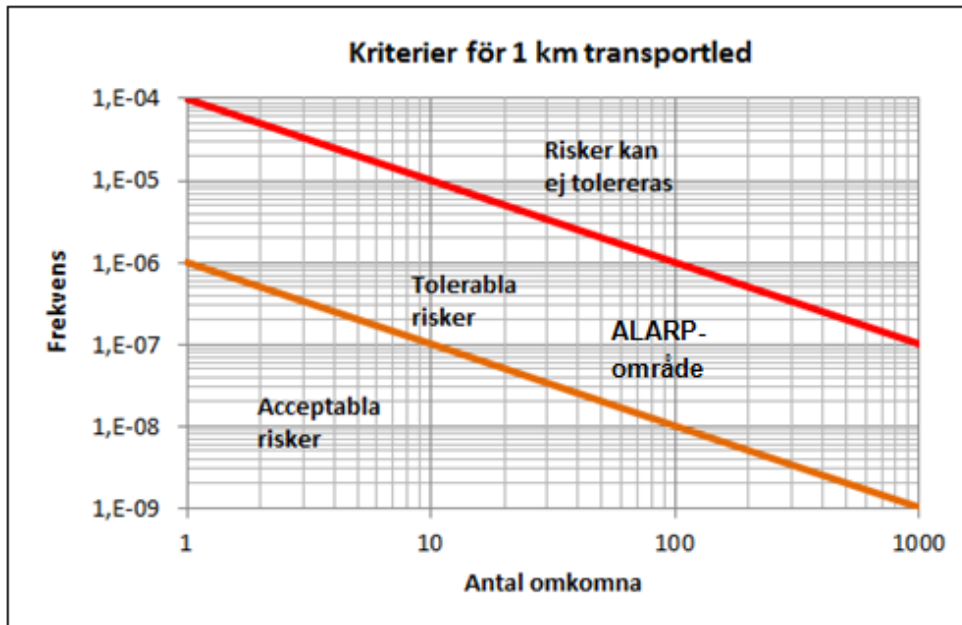
För individrisken ligger den övre gränsen på  $1 \times 10^{-5}$  per år (en gång på 100 000 år) och den undre på  $1 \times 10^{-7}$  per år (en gång på 10 000 000 år). Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant 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 dödsfallsrisken för olika grupper i samhället. Om risknivån ligger över denna gräns så skall åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder skall verifieras (Lst 2006).

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

#### 4.3.3.2 Samhällsrisk

Kvantitativa kriterier för samhällsrisken finns i rapporten "Värdering av risk" som tagits fram av Det Norska Veritas på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (SRV 1997). Kriterierna i "Värdering av risk" visas i *figur 4.5*. I fortsättningen betecknas dessa kriterier med DNV.



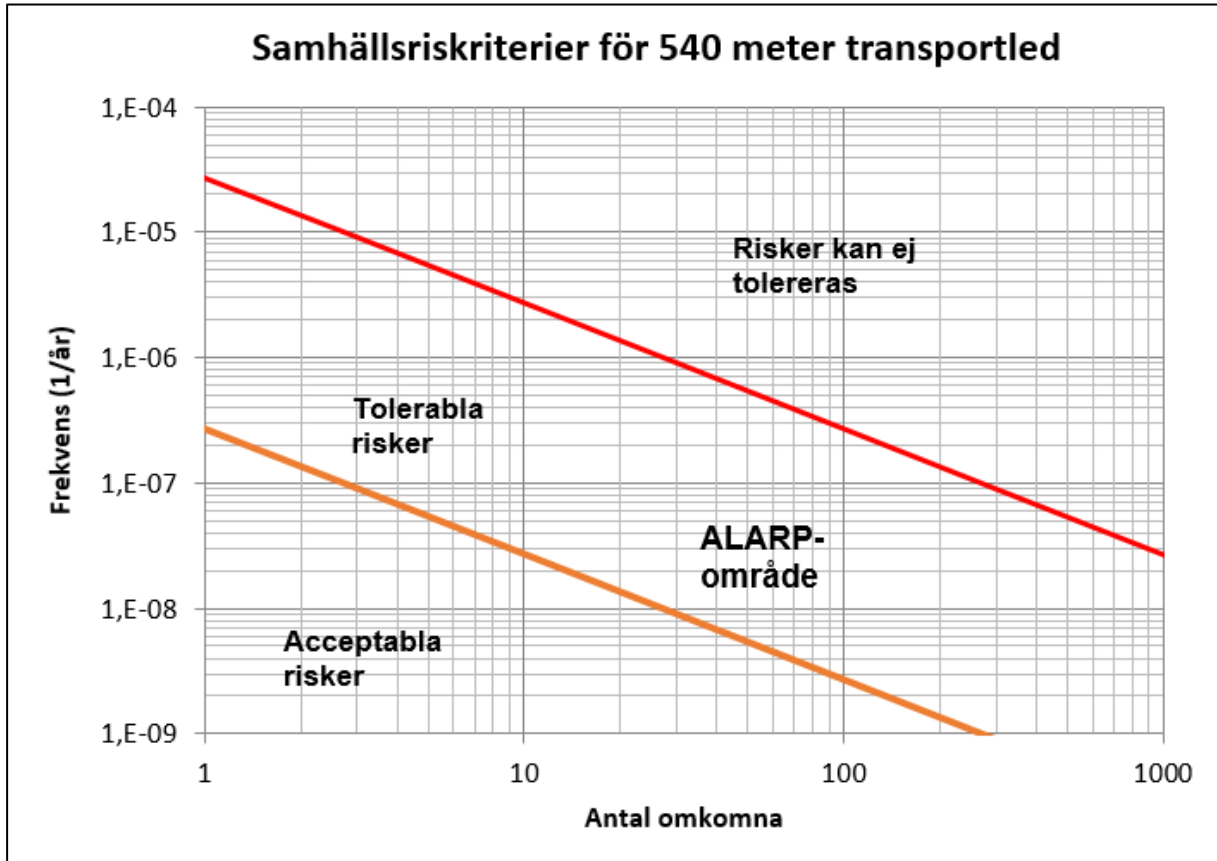
Figur 4.5. Riskkriterier för 1 km transportled för farligt gods med dubbelsidig bebyggelse (SRV 1997).

Kriterier i *figur 4.5* 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 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 skall rimliga skyddsåtgärder vidtas.



DNV:s kriterierna i *figur 4.5* gäller för ett område på båda sidor av 1 km transportled. Kriterier för aktuellt planområdet beräknas utifrån transportledens längd längs det östra delområdet som är 540 meter, se *figur 4.6*.



Figur 4.6. Riskkriterier för 270 meter transportled och enkelsidig bebyggelse.

## 5 Resultat av riskberäkningarna

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individrisk samt samhällsrisk för transporter av farligt gods på Söderleden. För att få en rättvisande bild av risksituationen har området delats upp i två delar. I den östra delen planeras ny bebyggelse på ett kortaste avstånd av 106 meter från Söderleden. I detta område bedöms många människor kunna påverkas på ett betydande sätt vid olyckor med farligt gods på vägen. För detta område har det därför genomförts en kvantitativ analys av risknivåerna.

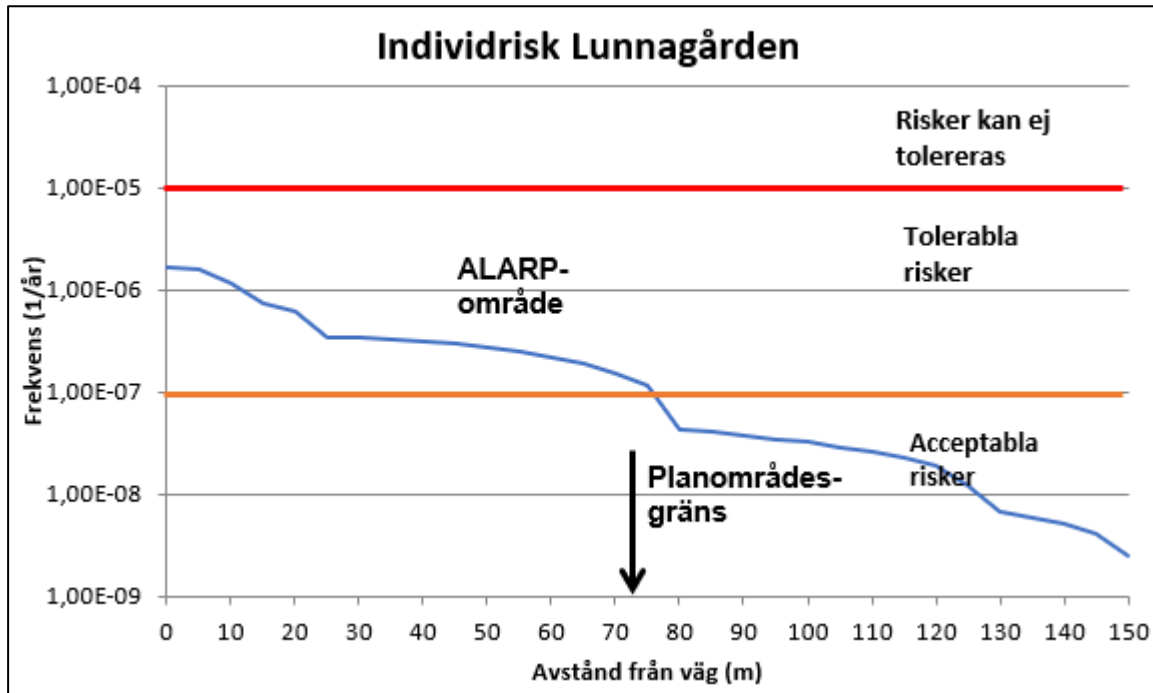
Det västra området planeras bli naturområde samt verksamhetsområde. Naturområdet ligger på ett avstånd på 150 meter från Söderleden och bedöms rymma endast få människor. Länsstyrelsen i Västra Götalands läns riskpolicy anger att denna markanvändning kan ske relativt nära transportleder för farligt gods. Verksamhetsområdet i väster ligger på ett kortaste avstånd på cirka 400 meter från Söderleden. Dessa avstånd är klart större än det riskbedömningsavståndet på 150 meter som anges som borte gräns för när riskbedömning ska ske vid fysisk planering i närhet av transportled för farligt gods (Lst 2006). Detta innebär att det inte bedöms vara nödvändigt att genomföra en separat beräkning av samhällsrisk för det västra området. Individrisken inom området är detsamma som för det östra området.

Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys där antalet transporter av farligt gods och antal personer närvarande i området ökas med 25 %. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för planområdet har redovisats i *kapitel 3*.

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

## 5.1 Individrisk

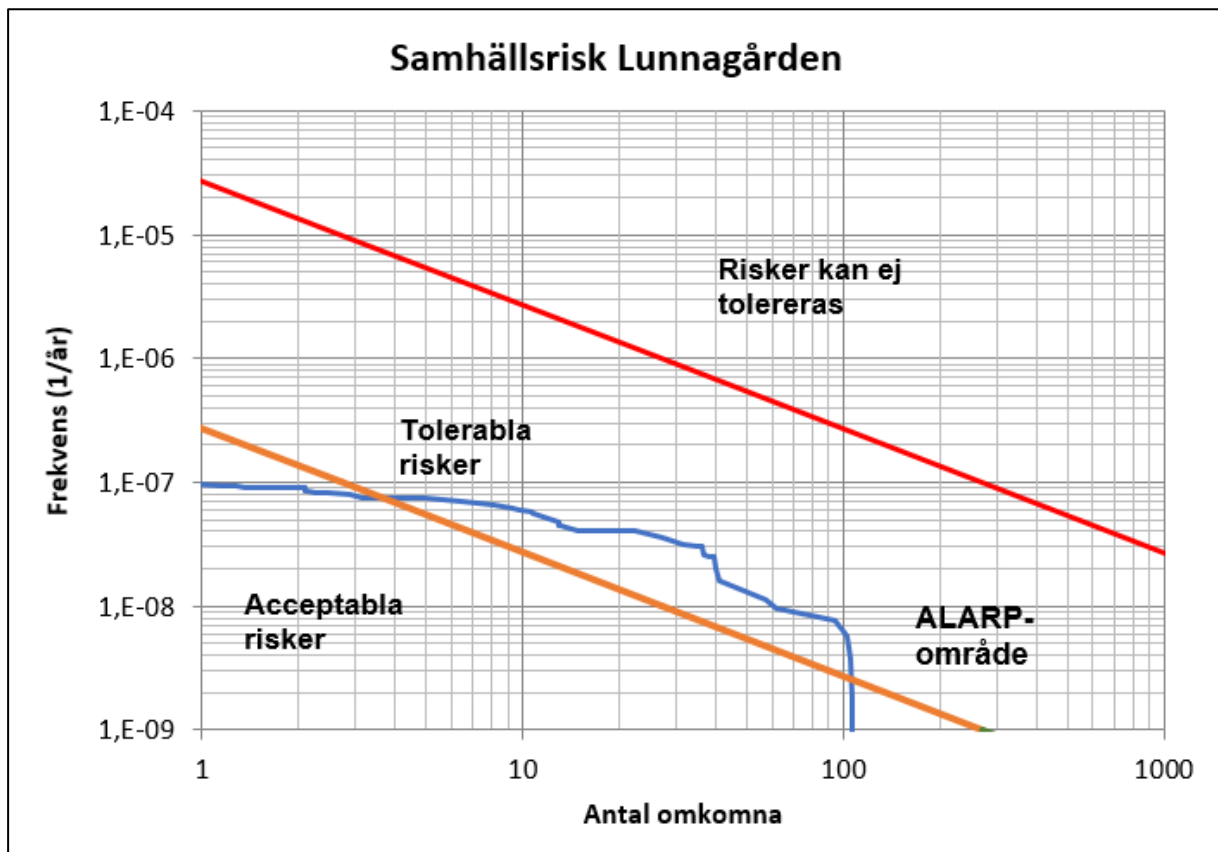
Individrisken ligger inom ALARP-området upp till cirka 78 meter från Söderleden, se *figur 5.1*. Från 78 meters avstånd är individrisken acceptabel. Området där personer förväntas vistas stadigvarande utomhus ligger på ett kortaste avstånd på cirka 72 meter från Söderleden där risknivåerna är inom ALARP-området.



Figur 5.1. Individrisken för Lunnagården.

## 5.2 Samhällsrisk

Beräkning av samhällsrisk visar att risknivåerna ligger i den undre halvan av ALARP-området, se figur 5.2. De dimensionerande olycksscenariorna är giftiga gaser, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion. Detta innebär att skyddsåtgärder som är ekonomiskt rimliga och praktiskt genomförbara bör utföras.

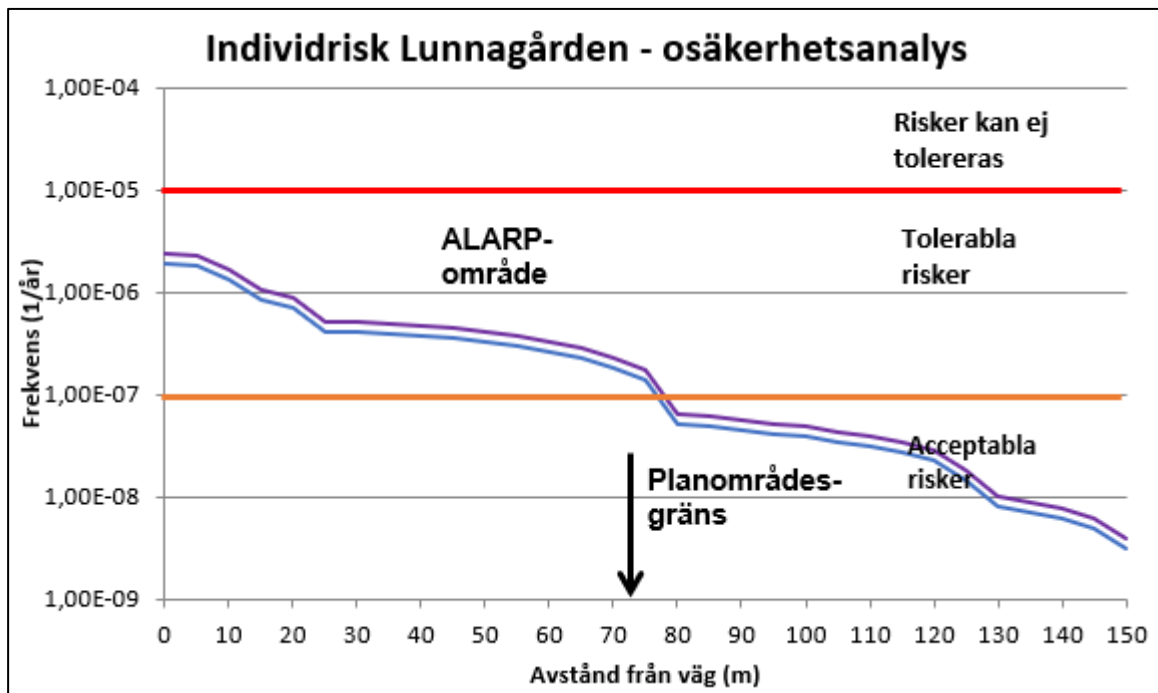


Figur 5.2. Samhällsrisk för östra delen av planområdet Lunnagården.

### 5.3 Osäkerhetsanalys

I en riskutredning där risker med transporter av farligt gods bedöms finns alltid osäkerheter. De största osäkerheterna i denna riskutredning bedöms vara antalet transporter av farligt gods och antal personer som är närvarande i planområdet. Därför har en osäkerhetsanalys genomförts där antalet personer i planområdet ökats med 25 % samtidigt som antalet transporter av farligt gods förbi området har ökats med 25 %, se figur 5.3 och 5.4.

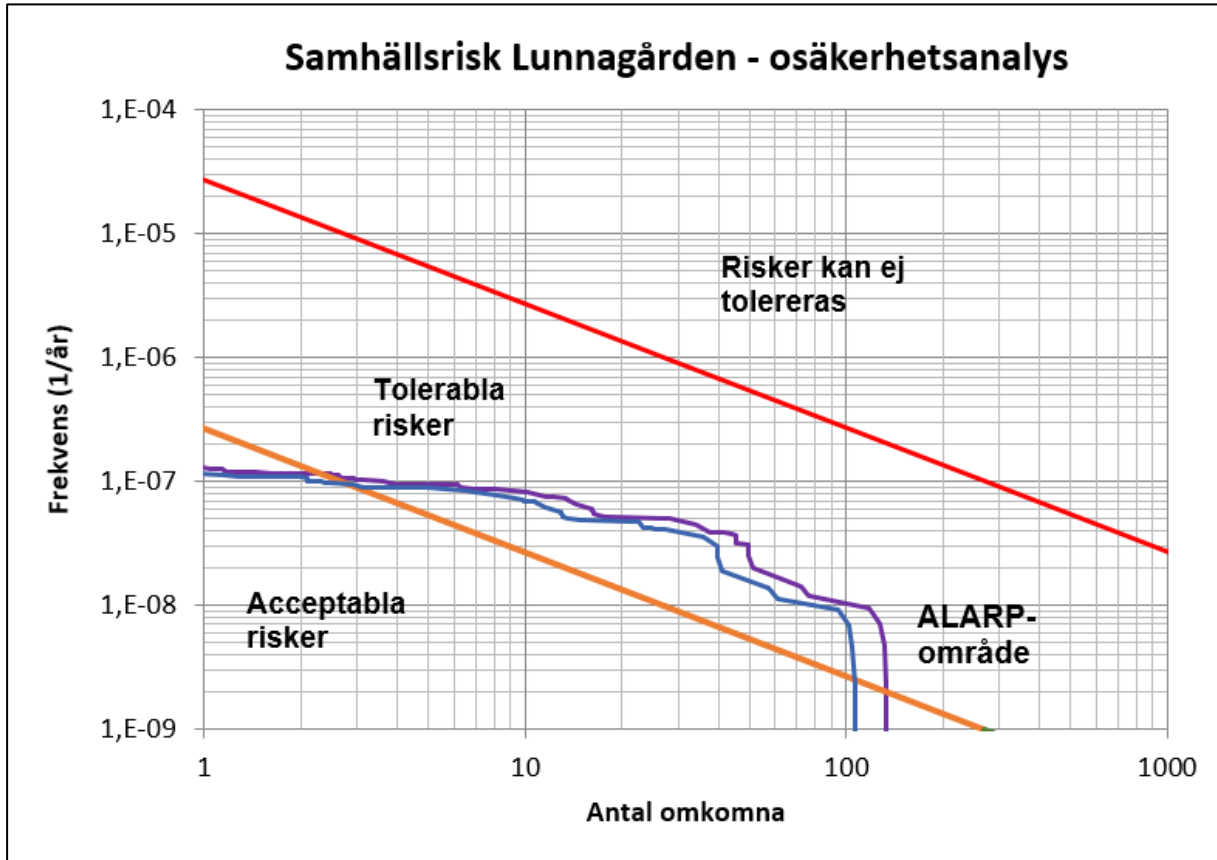
Osäkerhetsanalysen av individrisken visar att risknivåerna ligger inom ALARP-området till ett avstånd på cirka 80 meter från väggkant.



Figur 5.3. Osäkerhetsanalys av individrisken. Ursprungliga risknivåer markeras med blå linje, osäkerhetsanalysens risknivåer visas med lila linje.



Osäkerhetsanalysen av samhällsrisk där antalet personer på plats i området och antal transporter av farligt gods förbi området ökas med 25 % visar på en liten ökning av risknivåerna som ligger kvar i den undre halvan av ALARP-området, se figur 5.4.



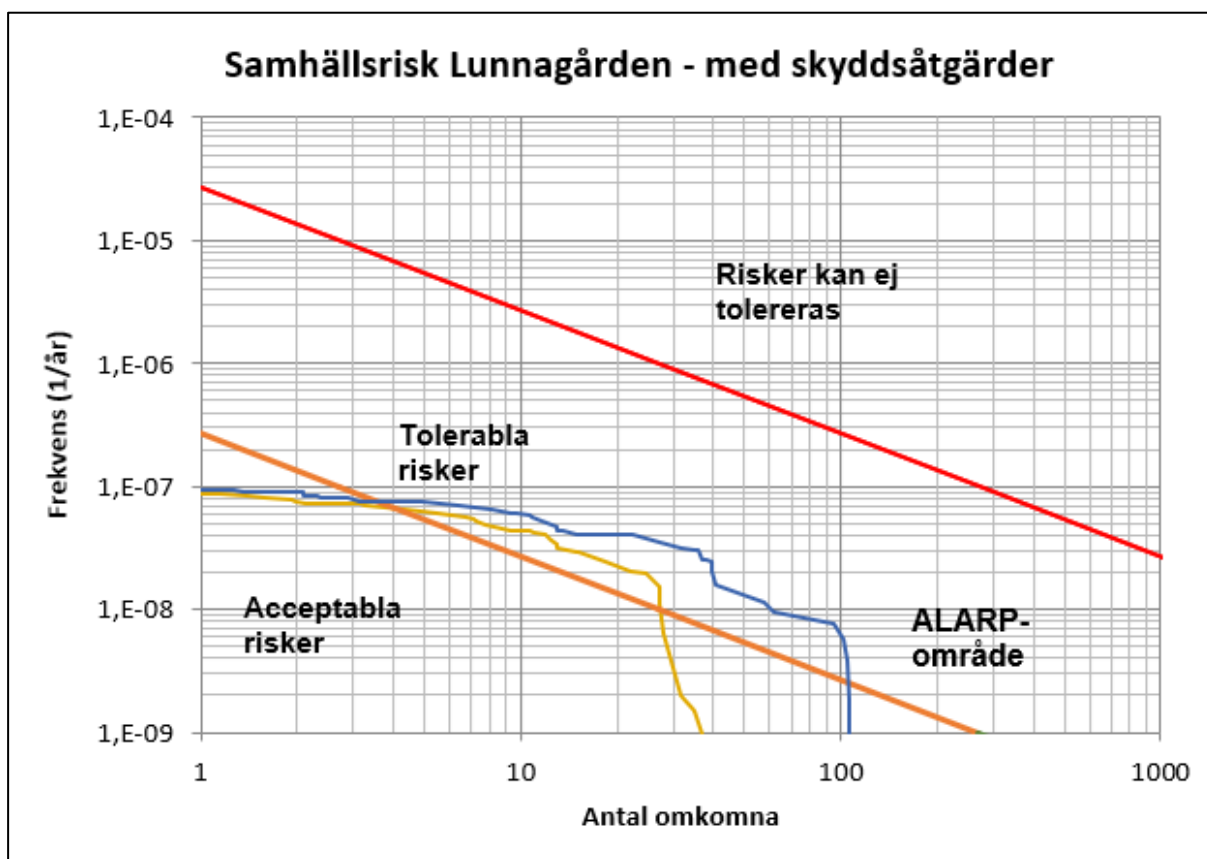
Figur 5.4. Osäkerhetsanalys av samhällsrisk för östra delen av planområdet. Ursprungliga risknivåer markeras med blå linje, osäkerhetsanalysens risknivåer visas med lila linje.

## 5.4 Med Skyddsåtgärder

De dimensionerande olyckorna är av typen gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion. Skyddsåtgärder som skyddar mot dessa dimensionerande olyckorna som är ekonomiskt rimliga och praktiskt genomförbara bör därför genomföras. Sammantaget bedöms det att ett antal skyddsåtgärder bör genomföras på ny bebyggelse i östra delen av planområdet. Åtgärderna och dess bedömda skyddseffekt är:

- Områden utomhus inom 80 meters avstånd från Söderleden bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse. Skyddseffekt svårkvantifierad och bedöms därför inte.
- Utrymning bör vara möjlig bort från Söderleden. Skyddseffekt svårkvantifierad och bedöms därför inte.
- Ventilation på byggnader bör placeras i högt läge och bortvänd från Söderleden. Skyddseffekt svårkvantifierad och bedöms därför inte.
- Fasad upp till 5 meters höjd inom 150 meter från Söderleden bör utföras i brandklassat material EI30. Brandfarliga gaser är i regel tunggaser som till största delen håller sig nära markytan varför ett skydd upp till 5 meter på fasaden bedöms som rimligt. Bedöms reducera antalet omkomna inomhus med 95 %.
- Åtgärd på byggnader (exempelvis sammanhållen betongstomme) inom 150 meter från Söderleden som minskar risken för fortskridande ras på byggnader på grund av gasexplosioner. Byggnader ska dimensioneras för en explosion motsvarande ett gasmoln på 100 m<sup>3</sup> (10 kg) gasol med explosionscentrum vid väggkant. Bedöms reducera antalet omkomna inomhus med 33 %.

Ny risknivå med riskreducerande åtgärder presenteras i *figur 5.5*.



Figur 5.5. Samhällsrisk för östra delen av planområdet Lunnagården efter skyddsåtgärder visas med gul linje. Blå linje avser ursprungsberäkning.

Riskberäkningen visar på en betydande sänkning av risknivåerna för de skyddsåtgärder som har kvantifierats. Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs så bedöms att rimliga åtgärder har genomförts och den totala risknivån för området anses vara godtagbar utifrån de tillämpade riskkriterierna.

## 6 Slutsatser och skyddsåtgärder

Resultaten av riskutredningen som presenteras i *kapitel 5* visar att individrisken ligger inom ALARP-området för planområdet upp till cirka 80 meter för riskberäkningen och för osäkerhetsanalysen. Beräkningarna visar att samhällsrisken ligger i den undre halvan av ALARP-området vilket innebär att kostnadsmässigt rimliga och tekniskt genomförbara åtgärder bör genomföras. Osäkerhetsanalysen för samhällsrisken visar att risknivåerna fortfarande till största delen är i den undre halvan av ALARP-området vid 25 % ökning av antalet personer närvarande och transporter av farligt gods förbi området. Sammantaget bedöms det att ett antal skyddsåtgärder bör genomföras på ny bebyggelse i östra delen av planområdet:

- Områden utomhus inom 80 meters avstånd från Söderleden bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse.
- Utrymning bör vara möjlig bort från Söderleden.
- Ventilation på byggnader bör placeras i högt läge och bortvänd från Söderleden.
- Fasad upp till 5 meters höjd inom 150 meter från Söderleden bör utföras i brandklassat material EI30.
- Åtgärd på byggnader (exempelvis sammanhållen betongstomme) inom 150 meter från Söderleden som minskar risken för fortskridande ras på byggnader på grund av gasexplosioner. Byggnader ska dimensioneras för en explosion motsvarande ett gasmoln på 100 m<sup>3</sup> (10 kg) gasol med explosionscentrum vid väggkant.

Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs så bedöms att rimliga åtgärder har genomförts och den totala risknivån för området anses vara godtagbar utifrån de tillämpade riskkriterierna.

## 7 Referenser

Arbetsmiljöverket 2006	Hur trångt får det vara? PM 2006-04-25, Arbetsmiljöverket
Göteborgs stad 1999	Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, antagen av Göteborgs kommunfullmäktige 1999-03-25.
Lst 2006	Riskhantering i detaljplaneprocessen, Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, september 2006.
Lst 2015	Detektering av farligt gods med hjälp av kamerateknik, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2015-04-07.
Mölnadals kommun 2006	Översiktsplan 2006 – Kapitel 9. Miljö- och riskfaktorer
Rtj Storgöteborg 2004	Riktlinjer för riskbedömningar, Räddningstjänst Storgöteborg 2004.
SRV 1996	Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Räddningsverket 1996
SRV 1997	Värdering av risk; FoU rapport, Räddningsverket 1997.
SRV 2007	Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Räddningsverket 2007
Trafikanalys 2016	Godstransporter i Sverige – en nulägesanalys, rapport 2016:7 Trafikanalys 2016
Trafikverket 2018:1	Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2014-2040-2060, Trafikverket 2018.
Trafikverket 2018:2	Effektsamband för transportsystemet, Bygg om eller bygg nytt Kapitel 6 Trafiksäkerhet, Trafikverket 2018-04-01.
Trafikverket 2020	Trafikverkets kartor med vägtrafikflöden, <a href="http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#">http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#</a> , Trafikverket 2020
ØSA 2004	Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen; Øresund Safety Advisers AB, 2004.

# 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>Händelseträd</b>	<b>5</b>
2.1	Händelseträd 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 händelseträd
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

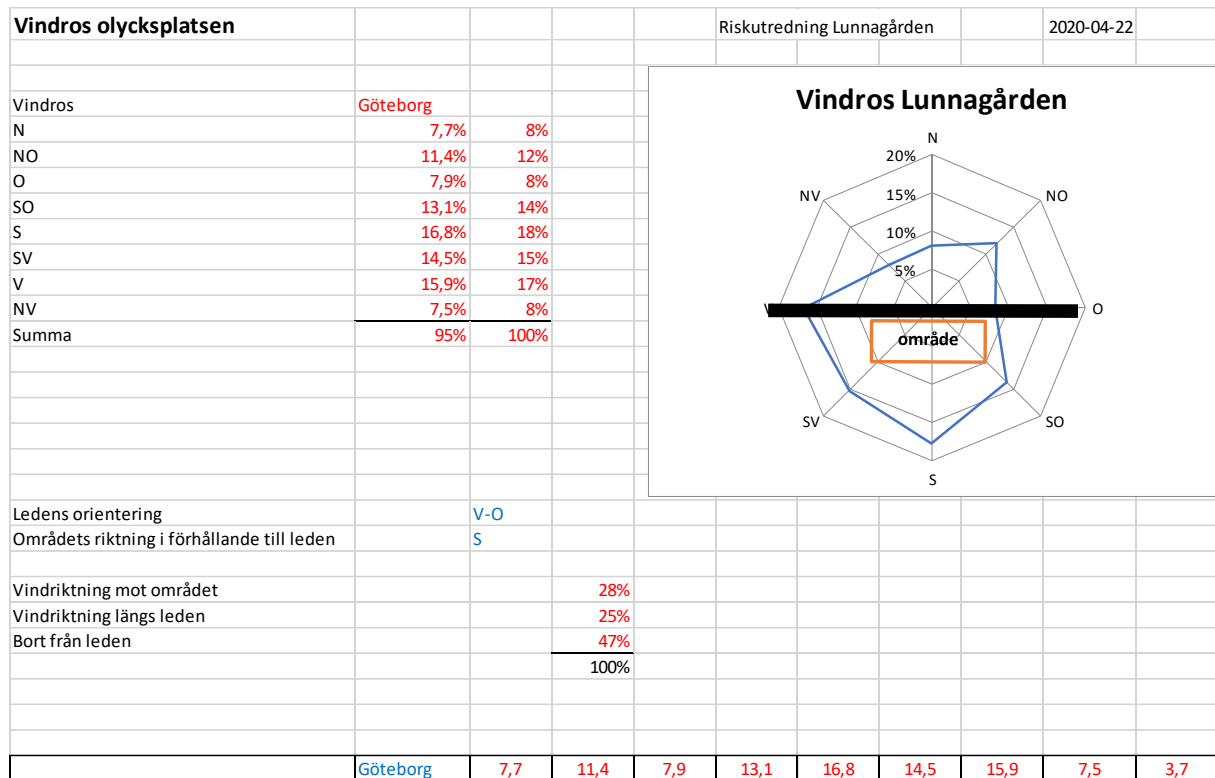
Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor 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*. I *figur 1* framgår också ungefärliga avstånd till planområdet samt uppskattning av bredd på hus.

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning Lunnagården		2020-04-22
<b>Olycksrisk</b>					
Risk för olycka	8,60E-08	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	0,50				
Olycksrisk fordon	1,42E-07	1/km, år			
Område enl nedan	4	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 nattetid</b>					
Andel transporter dagtid	0,7				
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år	
Klass 1, massexplisiv	18,0	1	1,8E-06	7,7E-07	
Klass 2.1	2500,0	0,043	1,1E-05	4,6E-06	
Klass 2.3	100,0	0,043	4,3E-07	1,8E-07	
Klass 3, bensin	38000,0	0,089	3,4E-04	1,4E-04	
Klass 5.1, explosionsrisk	900,0	0,089	8,0E-06	3,4E-06	
Bredd på hus första raden	30				
Medelavstånd till område inne	120				
Medelavstånd till område ute	120				

Figur 1. Ingångsdata för riskberäkning

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. Vindros för planområdet.

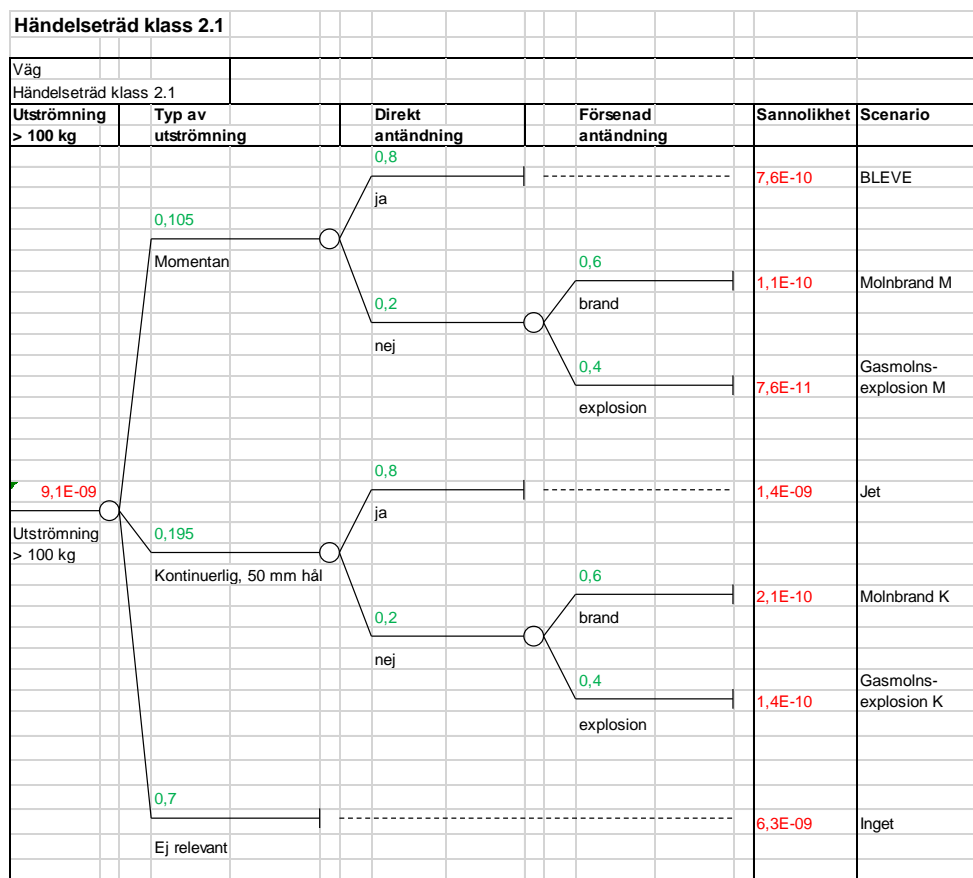
## 2 Händelseträäd

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

Händelseträäd klass 2.3			
Väg			
Händelseträäd klass 2.3			
Olycksfrekvens	Utströmning	Sannolikhet	Scenario
3,9E-06	Momentant 0,105	4,1E-07	Momentant utsläpp
	Kontinuerligt 5 cm hål 0,195	7,6E-07	Kontinuerligt utsläpp
	Ej relevant 0,7	2,7E-06	Inget

Figur 4. Händelseträäd för olycka giftiga gaser.

### 2.1.3 Klass 3

Händelseträäd klass 3.1				
Väg				
Händelseträäd klass 3				
Utströmning > 100 kg	Typ av utströmning	Direkt antändning	Sannolikhet (per km)	Scenario
1,4E-04	Hela innehållet 0,15	ja 0,13	2,7E-06	Pölbrand
		nej 0,87	1,8E-05	Ingen
1,4E-04	5,0 m <sup>3</sup> 0,60	ja 0,13	1,1E-05	Pölbrand
		nej 0,87	7,3E-05	Ingen
1,4E-04	0,5 m <sup>3</sup> 0,25	-	3,5E-05	Ingen

Figur 5. Händelseträäd 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.

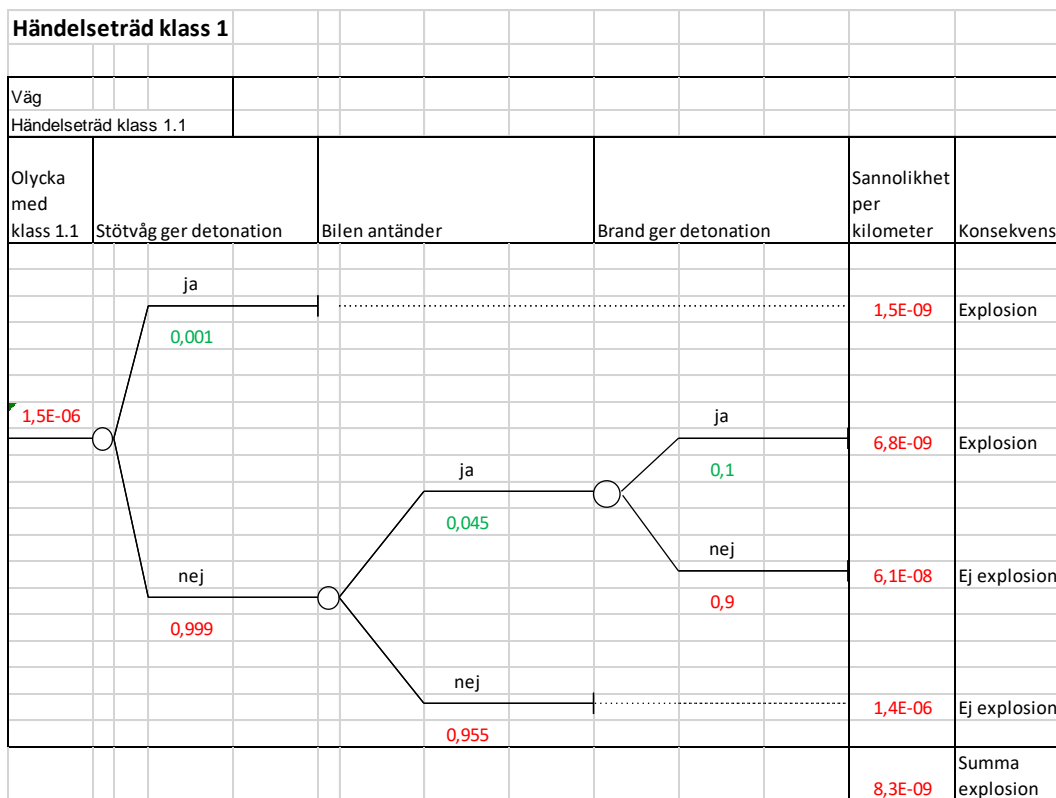
Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. 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. Händelseträd för olycka med sprängämnen, klass 1.1.

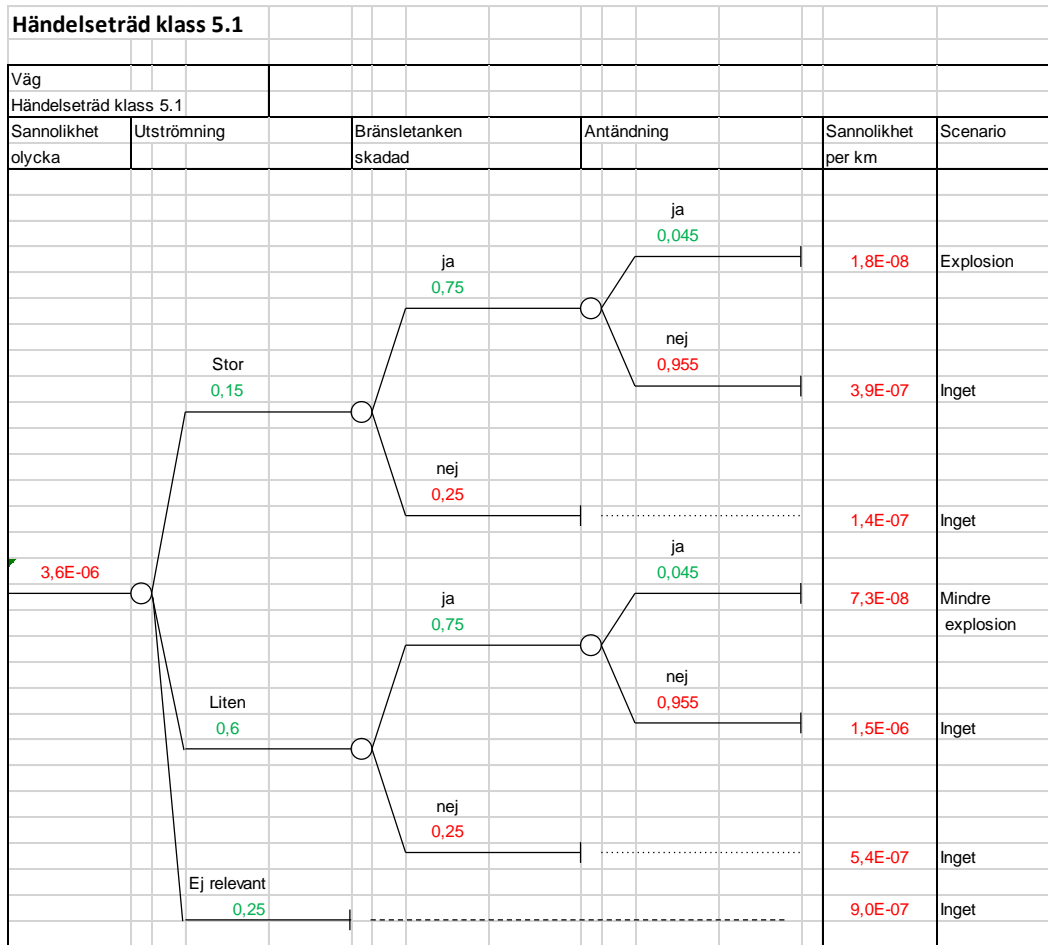
### 2.3 Klass 5.1

Detta scenario baseras på att transportererna 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 händelseträdets i figur 7 nedan. Händelseträdets är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



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



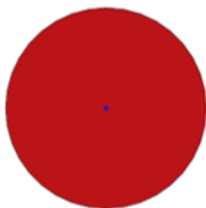
### 3 Konsekvenser av scenario

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**



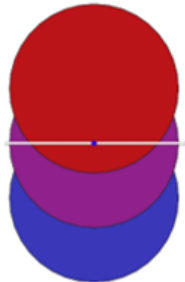
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

**Jet**



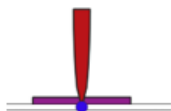
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längd)	37 meter	40 meter
Minor axis (halva bredd)	20 meter	34 meter
Avstånd centrum	29,5 meter	29,5 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

**Molnbrand momentan**



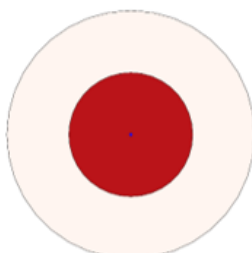
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

**Molnbrand kontinuerlig**



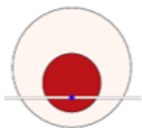
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

**Gasexplosion momentan**



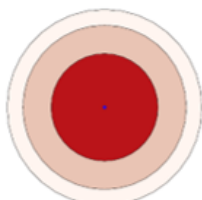
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



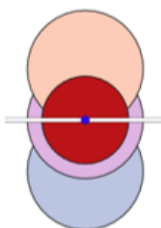
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



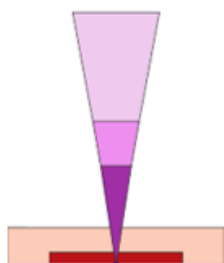
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan



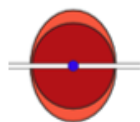
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

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.

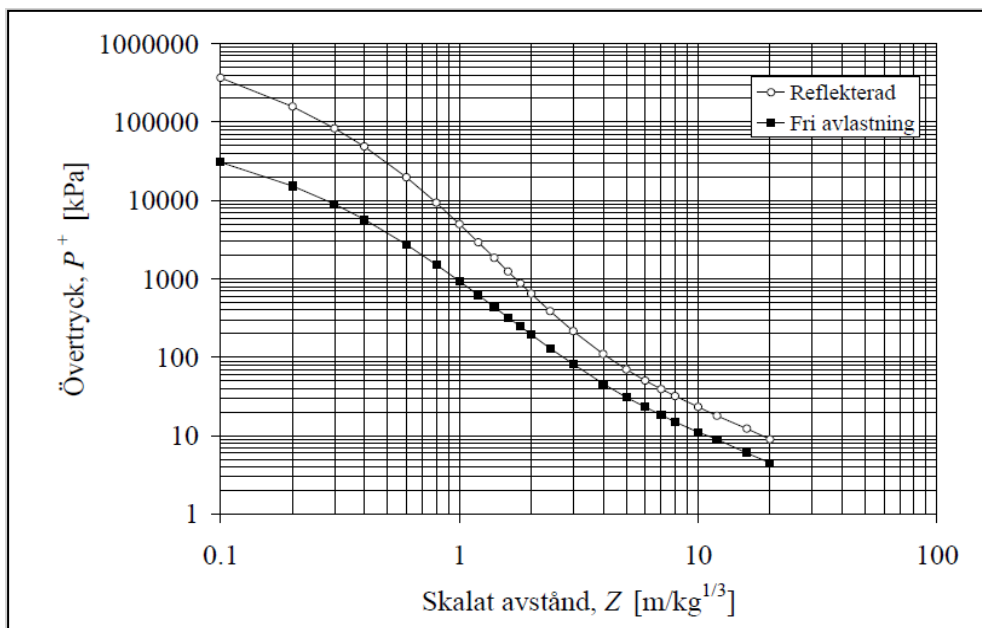
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

R = avstånd från explosionscentrum (m)

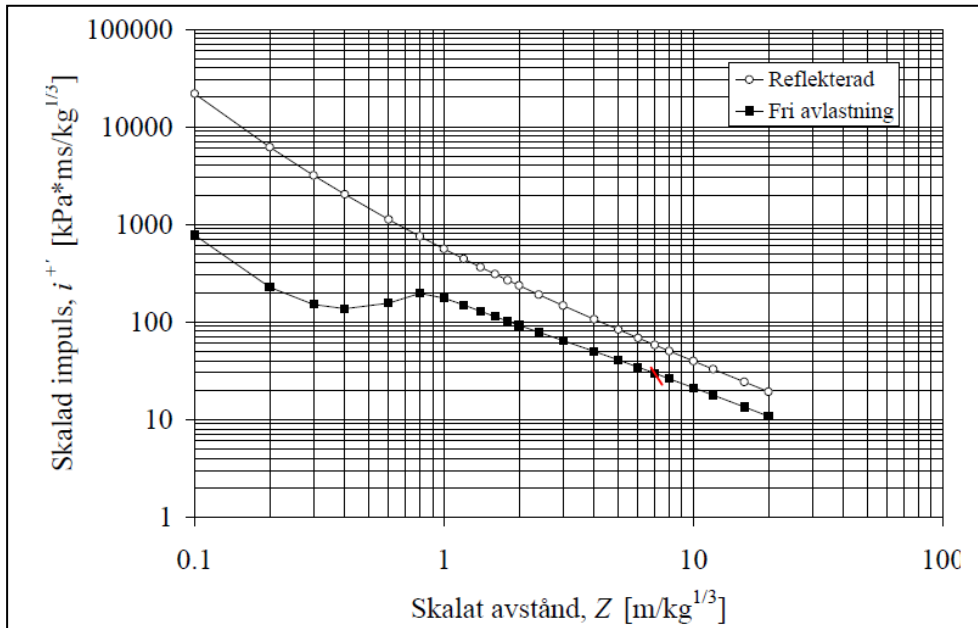
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

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. Reflekterat och oreflekterat impulsintensitet som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Resultaten visas i *tabell 1*.

Tabell 1. Reflekterat och oreflekterat tryck och impultstäthet som funktion av avståndet till explosionscentrum.

Avstånd	Z	$p^+$	$p_r$	$i^+$	$i_r$
m	m/kg <sup>1/3</sup>	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

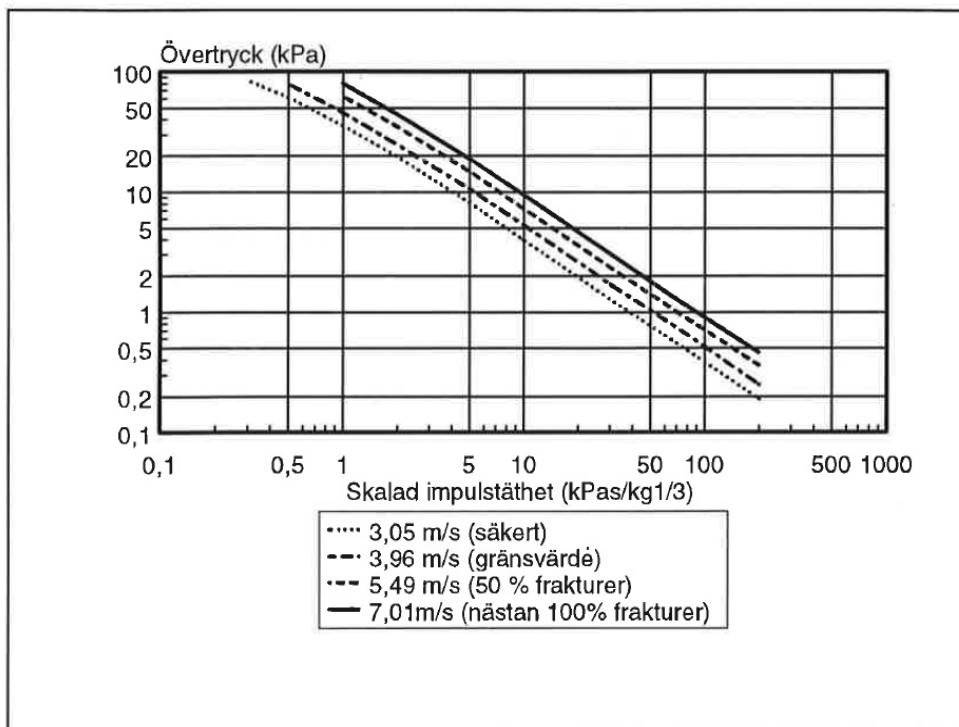
#### Direkta skador pga. tryck

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 skullskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skullfraktur 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

Individriska beräknas med hjälp av följande ekvation:

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

I individriska 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 individriska med 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