

Tjörns kommun

# Riskutredning Dpl Tennistomten Myggenäs



Uppdragsnr: 106 12 67 Version: 1.0  
2019-05-28

**Uppdragsgivare:** Tjörns kommun  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Karin Löfgren  
**Konsult:** Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** Johan Hultman

1.0	2019-05-28		Johan Hultman	Herman Heijmans	Johan Hultman
Utkast	2019-04-26		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

I Tjörns kommun pågår ett planarbete för detaljplanering av Tennistomten i Myggenäs för bostäder för äldre och/eller förskola. Planområdet är beläget i Myggenäs på ön Tjörn och ligger på ett avstånd av cirka 67 meter från länsväg 160 som är transportled för farligt gods. Bebyggt område kommer ligga som närmast på ett avstånd av 75 meter från länsväg 160. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy skall riskfrågor beaktas vid fysisk planering inom 150 meter från transportled för farligt gods varför denna riskutredning har tagits fram.

Länsväg 160 ligger ungefär på samma nivå som planområdet. Mellan planområdet och vägen är dock marken på en cirka 5 meter lägre nivå än den planerade bebyggelsen. Detta bedöms vara gynnsamt ur ett riskperspektiv då exempelvis brandfarliga vätskor bedöms inte kunna rinna hela vägen fram till planområdet.

Den kvantitativa riskanalysen visar att risknivåerna för länsväg 160 förbi planområdet är inom området där ekonomiskt rimliga och tekniskt genomförbara åtgärder bör genomföras både för markanvändning boende för äldre och förskola. Även en osäkerhetsanalys, där antal transporter av farlig gods enligt nationellt genomsnitt samt en ökning av antalet personer närvarande i planområdet med 25 % används, visar att risknivåerna ligger inom ALARP-området. Detta innebär att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas.

Förslag till skyddsåtgärder:

- Utrymning bör vara möjlig bort från länsväg 160. Särskild hänsyn bör tas till utrymningsvägar vid markanvändning förskola då dessa verksamheter brukar klassas som svårutrymda.
- Fasader som är inom 100 meter från väggkant på länsväg 160 bör vara obrännbara.

Om dessa skyddsåtgärder genomförs så bedöms risknivåerna vara tolerabla för planområdet.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Risker med transporter 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>Riskbedömning i den fysiska planeringen</b>	<b>8</b>
3.1	Vad är risker?	8
3.2	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	9
3.2.1	Kvantitativa kriterier för individrisk	9
3.2.2	Kvantitativa kriterier för samhällsrisk	10
3.3	Riskhantering	11
3.3.1	Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen	11
3.3.2	ALARP-området	12
<b>4</b>	<b>Platsspecifika förutsättningar</b>	<b>13</b>
4.1	Området	13
4.2	Antal personer närvarande i planområdet	14
4.2.1	Boende för äldre	14
4.2.2	Förskola	14
4.3	Länsväg 160	14
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>17</b>
5.1	Individrisk	17
5.2	Samhällsrisk	18
5.2.1	Boende för äldre	18
5.2.2	Förskola	19
5.3	Osäkerhetsanalys	19
5.3.1	Individrisk	20
5.3.2	Samhällsrisk	21
<b>6</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>24</b>
	<b>Bilaga 1 Riskberäkningar för transport av farligt gods på väg</b>	

# 1 Inledning

I Tjörns kommun pågår ett planarbete för detaljplanering av Tennistomten i Myggenäs för bostäder för äldre och/eller förskola. Planområdet är beläget i Myggenäs på ön Tjörn och ligger som närmast på ett avstånd av cirka 67 meter från väg 160 som är primärled för farligt gods, se Figur 1. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy (Lst 2006) skall riskfrågor beaktas vid fysisk planering inom 150 meter från transportled för farligt gods varför denna riskutredning har tagits fram.



Planområde i Myggenäs 1:5000

Figur 1 Utredningsområdets läge markerad med röstreckad linje.

## 2 Risker med transporter av farligt gods

### 2.1 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

### 2.2 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 *beräkningsbilagan*.

#### *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 av 150 m.

### *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. Om ett utsläpp av brandfarliga vätskor kan rinna ner mot bebyggelsen finns risk för att en brand uppstår i det bebyggda området. Risken är svårberäknad eftersom den är beroende av områdets topografi och bedöms därför separat i *kapitel 5, Resultat*.

### *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 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 dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.



## 3 Riskbedömning i den fysiska planeringen

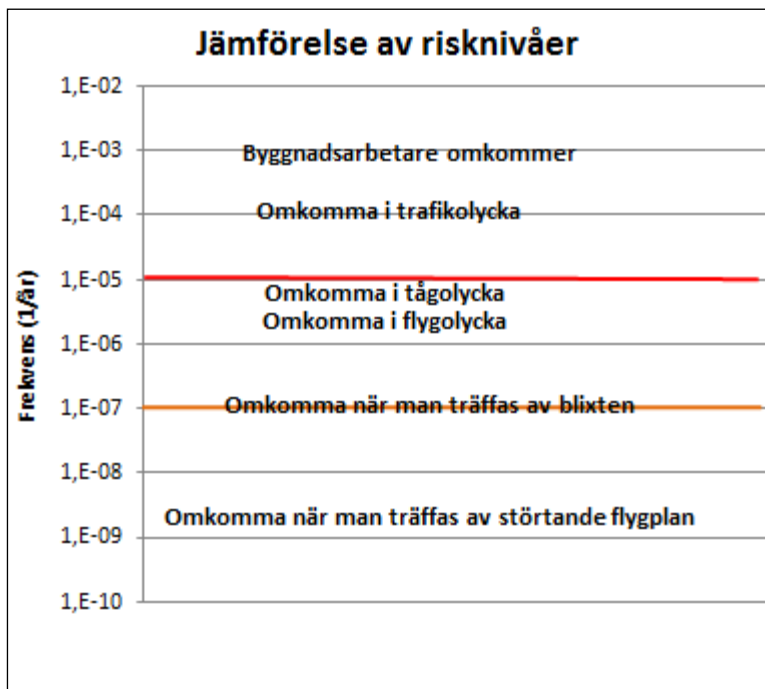
### 3.1 Vad är risker?

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?". Man talar 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 man förväntar 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).

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 man även medta hur svår skadan är. Det är enklare (rent utredningsmässigt) att räkna på antalet personer som omkommer. 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 man sätter kriterier för risknivåer vid transport av farligt gods talar man mest om antalet omkomna.

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 3.2.

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. Man utgår från 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



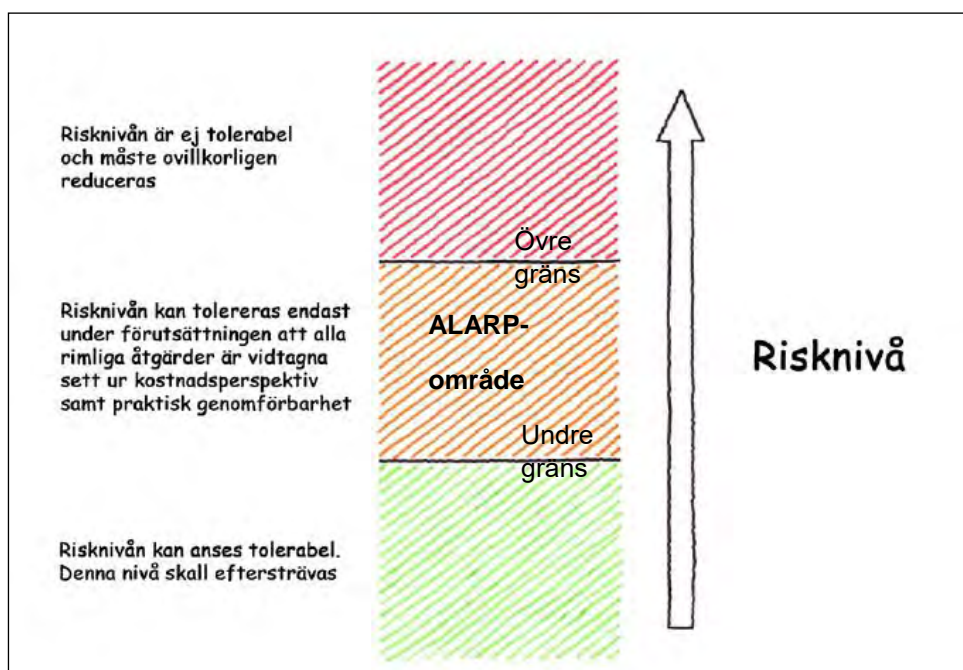
är på en viss plats och tar inte hänsyn till hur många människor som kommer att befinna sig på platsen. Individrisken är ett lämpligt mått vid riskbedömning för områden där det endast kommer att vistas ett fåtal människor.

Samhällsrisken är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans 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.

## 3.2 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

### 3.2.1 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 3. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 3 Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg 2004).

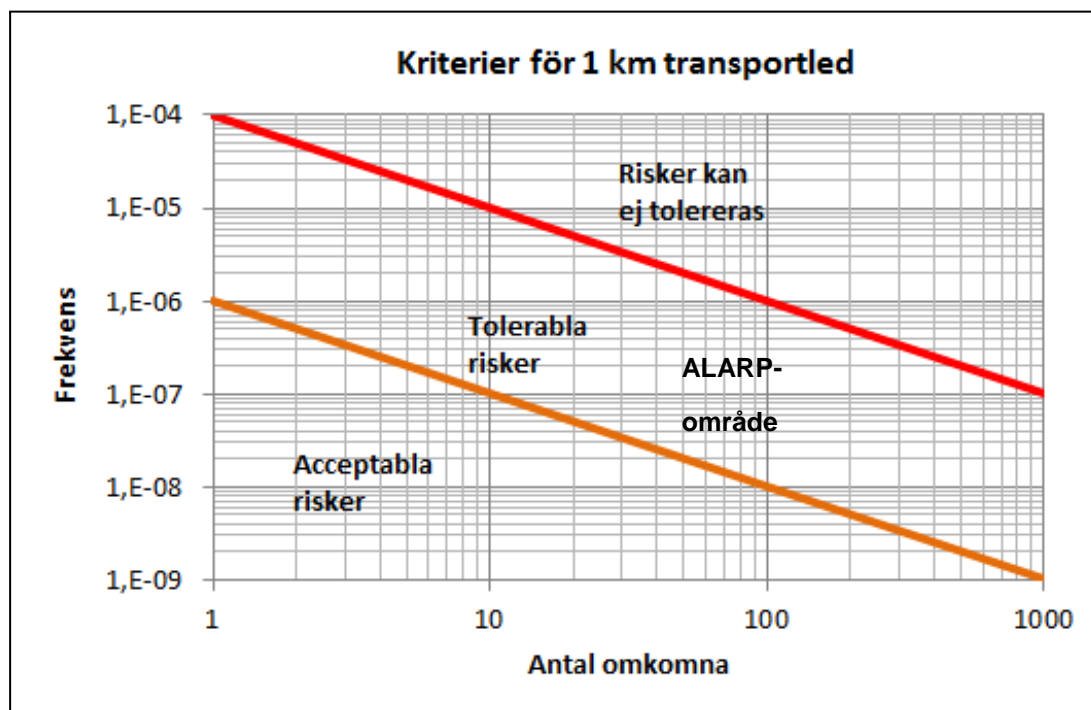
För individrisken ligger den övre gränsen på  $1 \times 10^{-5}$  per år och den undre på  $1 \times 10^{-7}$  per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om 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 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 på risknivåer krävs normalt inte.

### 3.2.2 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 4.

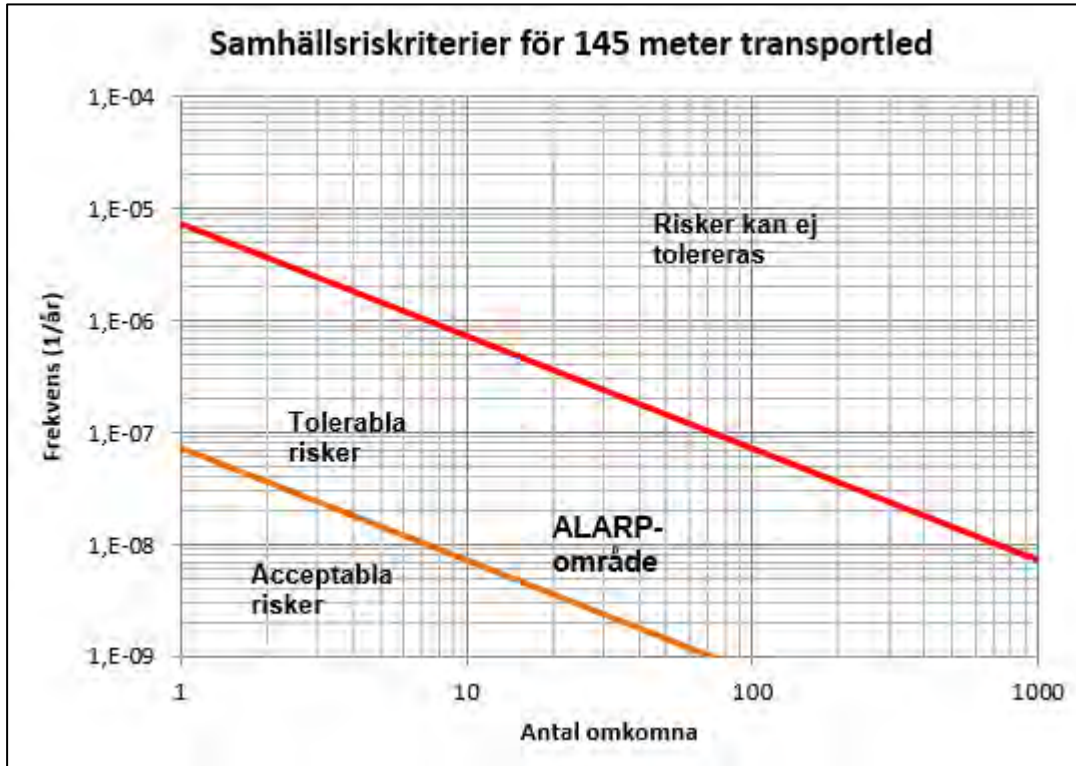


Figur 4 Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i figur 3.2:2 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 skall rimliga skyddsåtgärder vidtas.

Kriterierna ovan gäller för 1 km område längs transportleden. Kriterier för det aktuella planområdet beräknas utifrån områdets längd längs transportleden och att planområdet endast ligger på ena sidan av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 5. Planområdets längd utmed leden är cirka 145 meter.



Figur 5 Riskkriterier omräknade till 145 meter enkelsidig bebyggelse.

### 3.3 Riskhantering

#### 3.3.1 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 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.

Riskhanteringsprocessen kan delas upp i tre delar; riskanalys, riskvärdering och riskreduktion/kontroll, se Figur 6 (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 6 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 risknivåerna underskrider gränsen för det tolerabla.

### 3.3.2 ALARP-området

ALARP-området är området i riskkriterierna där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare. ALARP betyder As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån skall 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 viss hänsynstagande av riskerna säkerställer att inga risknivåer över det tolerabla släpps igenom utan vidare.

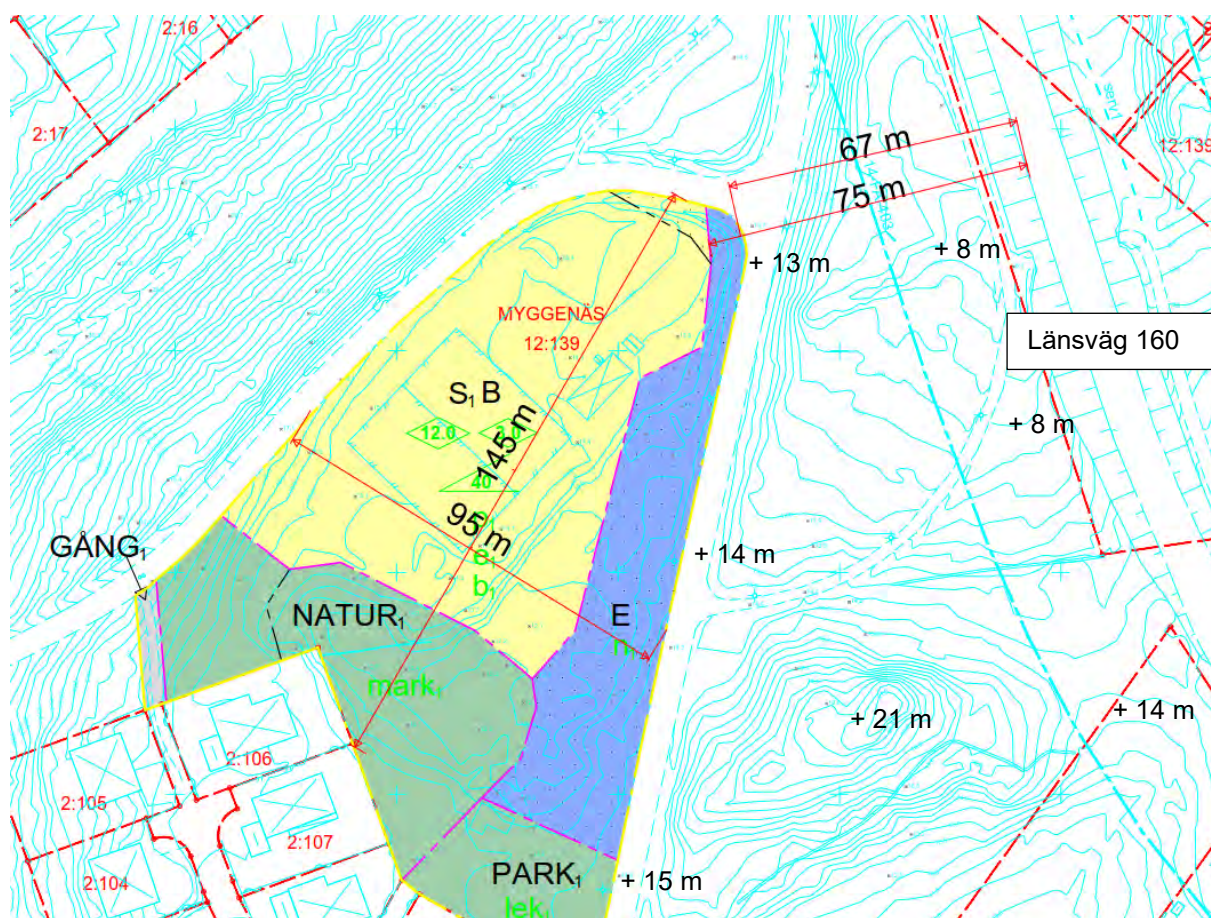
Kraven på skyddsåtgärder inom ALARP-området är att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, är vidtagna.



## 4 Platsspecifika förutsättningar

### 4.1 Området

I Figur 7 visas fastigheten i det aktuella område i denna riskutredning. Planområdet ligger på ett avstånd av cirka 67 meter från länsväg 160 som är transportled för farligt gods. Bebyggt område kommer ligga som närmast på ett avstånd av 75 meter från länsväg 160. Tjörns kommun vill pröva möjligheten att exploatera det gula området med boende för äldre eller förskola, se Figur 7.



Figur 7 Planområdets läge och storlek.

Länsväg 160 ligger ungefär på samma nivå som planområdet. Vägen ligger på bank vilket gör att vättskor kan rinna av vägen västerut mot planområdet ner i en svacka. Strax väster om släntfot på vägen blir marknivån högre igen och planområdet ligger cirka 5 meter högre än släntfoten väster om länsväg 160, se Figur 7. Detta bedöms vara gynnsamt ur ett riskperspektiv då exempelvis brandfarliga vättskor inte bedöms kunna rinna hela vägen fram till planområdet.

## 4.2 Antal personer närvarande i planområdet

Tjörns kommun vill utreda två olika typer av markanvändning i området. I det ena alternativet skall ett boende för äldre studeras. Boendet är inte ett äldreboende med personal som vårdar de äldre utan vanliga lägenheter som är anpassade för äldre. I det andra alternativet vill Tjörns kommun studera en förskoleverksamhet.

### 4.2.1 Boende för äldre

Tjörns kommun har uppskattat antal lägenheter som kan byggas i planområdet till cirka 45 vid en hög exploateringsgrad. Det bedöms kunna bo i genomsnitt 1,7 personer per lägenhet vilket gör att det kommer vara cirka 80 boenden i området (Tjörns kommun 2019). Av dessa bedöms cirka 75 % vara på plats dagtid och 100 % på plats nattetid.

Schablonmässigt för bostäder antas 93 % av de boende befinna sig inomhus på dagtid. Motsvarande siffra är 99 % på nattetid.

### 4.2.2 Förskola

I den nya förskolan förväntas det samtidigt kunna finnas cirka 170 barn och anställda närvarande på dagtid (Tjörns kommun 2019). Alla personer förväntas inte vara i området under dygnets alla timmar och årets alla dagar. Dessutom skiljer sig mängden farligt gods som transporteras längs området mellan dagtid (kl 06-18) och kvälls- och nattetid (kl 18-06). Kvälls- och nattetid förväntas inga personer finnas närvarande i området. Uppgifterna tillhandahållna från Tjörns kommun har därför bearbetats för att kunna vara underlag för riskberäkningar. Antal personer som befinner sig i området har beräknats i genomsnitt och utjämnat över alla timmar på dagtid under ett år.

I beräkningarna antas att barn och personal är på plats under 40 timmar per vecka under 48 veckor per år. Framräknade "persontimmar" divideras med antalet timmar totalt över ett år och resulterande antal personer är därför ett medelvärde på årsbasis endast under dagtid. Detta medelvärde uppgår till 75 personer. Av dessa förväntas cirka 75 % befinna sig inomhus och cirka 25 % utomhus.

I osäkerhetsanalysen beräknas konsekvenserna av att 25 % fler personer befinner sig i området.

## 4.3 Länsväg 160

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras förbi planområdet på länsväg 160 redovisas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB 2006). Uppgifterna är baserade på en undersökning som genomförts under en månad, september 2006, och resultaten finns i en GIS-databas hos MSB.

MSB:s uppgifter för 2006 anger ca 700 farligt gods transporter per år. Omräknat till år 2040 med en ökning av godstransporter på länsväg 160 på cirka 91 % som anges av Trafikverket (Trafikverket 2018) blir detta cirka 1 300 transporter per år. Uppgifterna kan inte användas utan vidare som underlag för prognoser då endast en månad ingår i underlaget.

Uppgifterna jämförs därför med nationell statistik som anger att i genomsnitt ca 5% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFKA 2014).

ÅDT för tung trafik på aktuell sträcka av länsväg 160 var 600 fordon år 2017 (Trafikverket 2019:1). Omräknat till år 2040 med hjälp av Trafikverkets trafikuppräkningsstal blir ÅDT tung trafik cirka 1 000 fordon. Multipliserat med andel farligt gods av tung trafik så ger det antal prognosticerade transporter

år 2040 enligt nationellt genomsnitt cirka 16 300 transporter av farligt gods per år. Som synes är skillnaden i resultaten från dessa båda beräkningsmetoderna betydande.

En mer detaljerad jämförelse mellan statistiken för aktuell sträcka och den nationella statistiken görs i Tabell 2 där även fördelningen på olika klasser presenteras och de uppgifter som används i riskberäkningarna.

Tabell 2 Antal förväntade transporter med farligt gods på länsväg 160 år 2040 enligt MSB och Nationellt genomsnitt.

Klass	Beräknat antal transporter/år 2040 enligt MSB	Beräknat antal transporter/år 2040 enligt Nationellt genomsnitt	Antal transporter/år som använts i riskberäkningarna	Använt i osäkerhetsanalysen
<b>1 Explosiva ämnen</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Brandfarliga gaser</b>	<b>0</b>	<b>590</b>	<b>300</b>	<b>590</b>
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	0	1 900	-	-
<b>2.3 Giftiga gaser</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>3 Brandfarliga vätskor</b>	<b>1 300</b>	<b>10 000</b>	<b>5 000</b>	<b>10 000</b>
4 Brandfarliga fasta ämnen	0	160	-	-
<b>5 Oxiderande ämnen</b>	<b>0</b>	<b>610</b>	<b>300</b>	<b>610</b>
6 Giftiga ämnen mm	1	200	-	-
7 Radioaktiva ämnen	-	10	-	-
8 Frätande ämnen	10	2 140	-	-
9 Övriga farliga ämnen	0	550	-	-
Totalt	Ca 1 300	Ca 16 250		

Av klasserna i Tabell 2 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. Dessa är därför markerade med fetstil i Tabell 2.

Sprängämnen transporteras mestadels i norra Sverige för gruvindustrins behov. Nationellt genomsnitt bedöms därför vara en överskattning men det kan heller inte uteslutas att transporter i klass 1 transporteras på vägen. För klass 1 används därför 10 transporter per år i klass 1.

För klass 2.1, 2.3, 3 och 5 används medelvärdet för MSB:s och TRAFAs uppgifter. I osäkerhetsanalysen studeras vad det innebär om beräknat antal transporter år 2040 enligt nationellt genomsnitt används.

Klasserna i tabell 2 omfattar ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare.

I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ÖSA 2004).



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

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

Detta ger antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området enligt Tabell 3.

Tabell 3 Farligt gods på länsväg 160 år 2040 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	E6
1.1 Masseexplosiva ämnen	1
2.1 Brandfarliga gaser	300
2.3 Giftiga gaser	5
3. Mycket brandfarliga vätskor	3 750
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	100

Sannolikheten för olyckor på länsväg 160 fås från Trafikverkets handbok "Effektsamband för transportsystemet" (Trafikverket 2019:2). Risken för olyckor på en landsväg med en högsta tillåten hastighet på 70 km/h anges till 0,111 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller  $1,1 \times 10^{-7}$  per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är ca 30 % (SRV 1996) vilket innebär att det vid 70 % 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  $1,1 \times 10^{-7} \times (1+0,3) * 1,1 = 2,1 \times 10^{-7}$ . I beräkningen tas även hänsyn till att antal axelpar på tunga fordon i genomsnitt är 1,1 genom att multiplicera sannolikheten med 1,1.

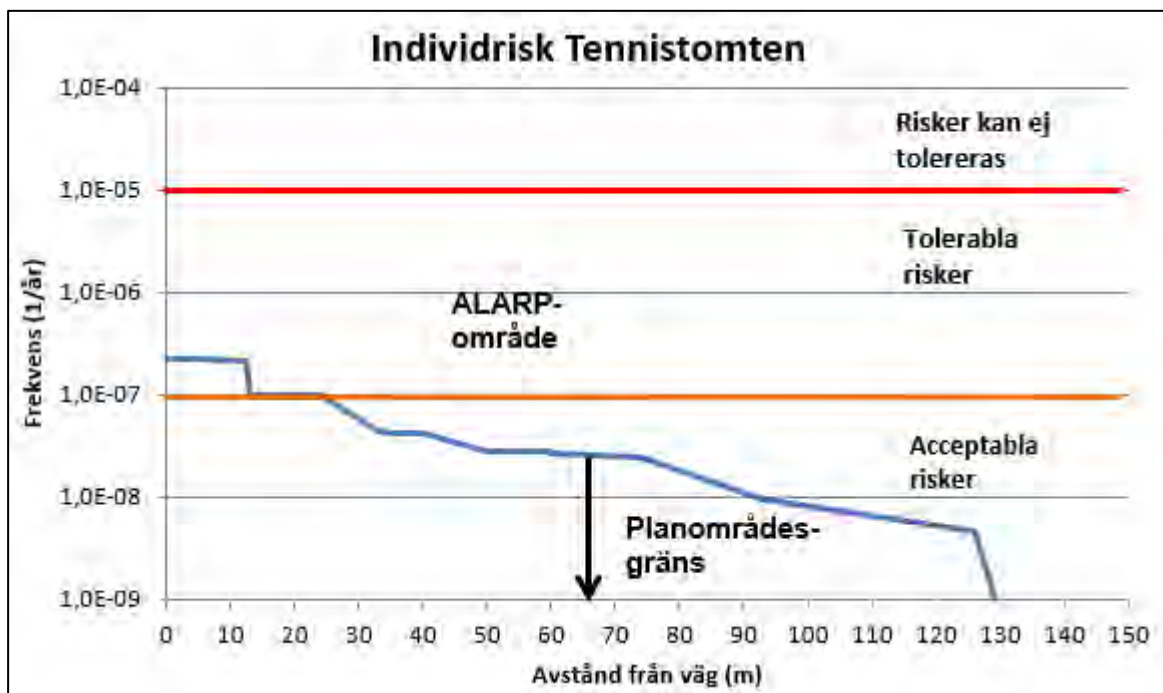
## 5 Resultat

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten på länsväg 160 för individrisk samt samhällsrisk utan skyddsåtgärder. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys där antalet transporter av farligt gods enligt nationellt genomsnitt har använts. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för planområdet har redovisats i *kapitel 4*.

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

### 5.1 Individrisk

I Figur 8 visas individrisken i planområdet vid länsväg 160. Individrisken är oberoende av antal personer närvarande i området vilket innebär att beräknad individrisk gäller oavsett vad som byggs i planområdet.



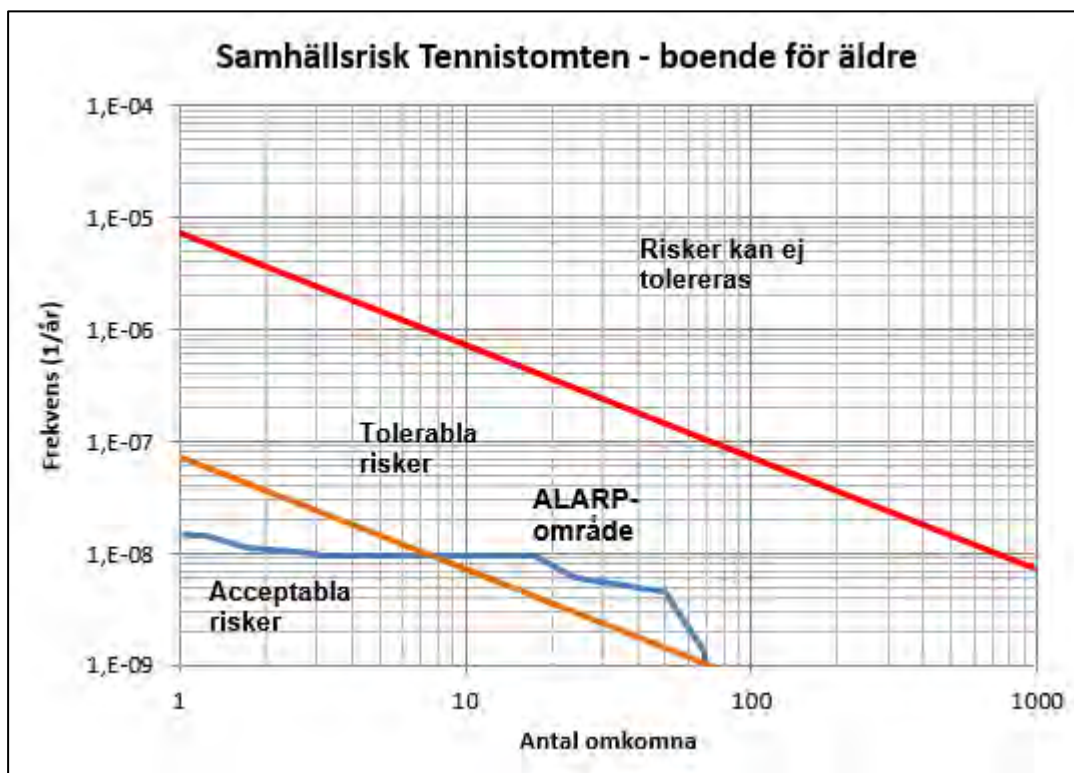
Figur 8 Individrisken vid planområdet vid länsväg 160.

Individrisken i planområdet bedöms vara acceptabel vid cirka 25 meter från länsväg 160. Planområdet ligger som närmast på cirka 65 meter från väggkant på länsväg 160. Individrisken är därför acceptabel inom planområdet.

## 5.2 Samhällsrisk

### 5.2.1 Boende för äldre

I Figur 9 visas samhällsrisken i planområdet vid exploatering som innefattar boende för äldre och det framgår av figuren att risknivån överskrider kriteriet för acceptabla risker och ligger inom ALARP-området.

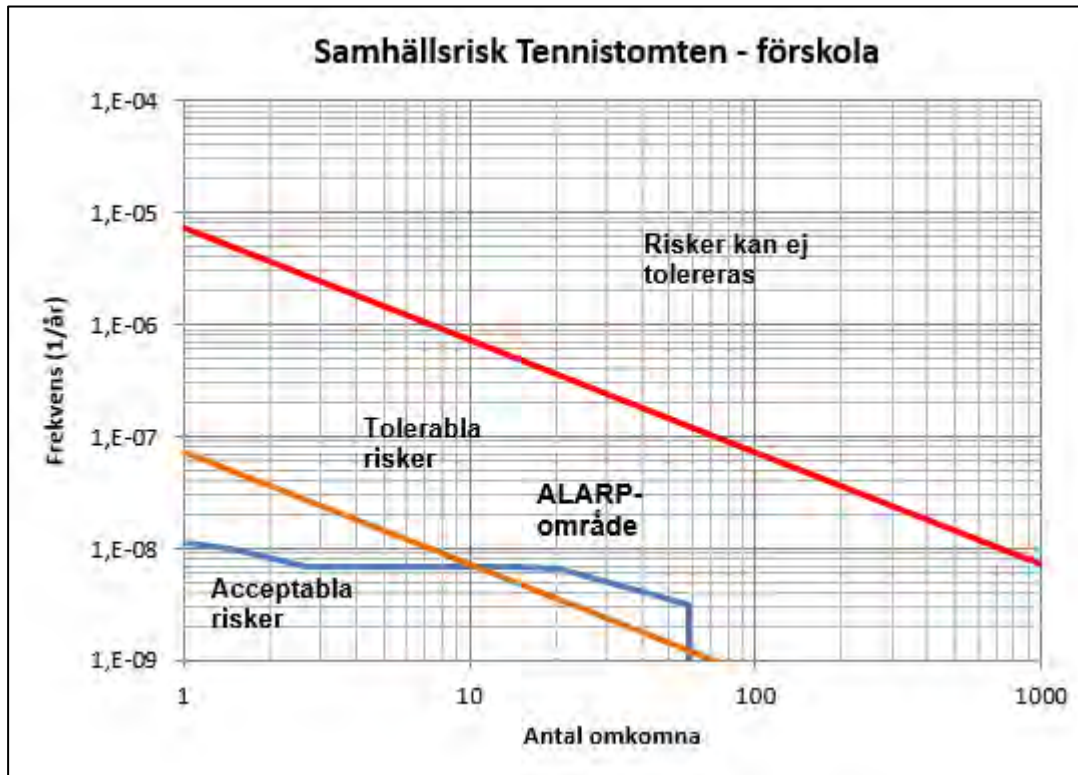


Figur 9 Samhällsrisiken för markanvändning boende för äldre i det planerade området.

Enligt *tabell 2* i bilaga 1 visas att de dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser. Det innebär att ekonomiskt rimliga och tekniskt genomförbara skyddsåtgärder som minskar konsekvenserna vid dessa typer av olyckor bör utföras.

## 5.2.2 Förskola

I Figur 10 visas samhällsriskerna i planområdet vid exploatering som innefattar förskola och det framgår av figuren att risknivån överskrider kriteriet för acceptabla risker och ligger inom ALARP-området.



Figur 10 Samhällsriskerna för markanvändning förskola i det planerade området.

Enligt *tabell 2* i bilaga 1 är de dimensionerande olyckorna de som innefattar brandfarliga gaser. Det innebär att ekonomiskt rimliga och tekniskt genomförbara skyddsåtgärder som minskar konsekvenserna vid dessa typer av olyckor bör utföras.

## 5.3 Osäkerhetsanalys

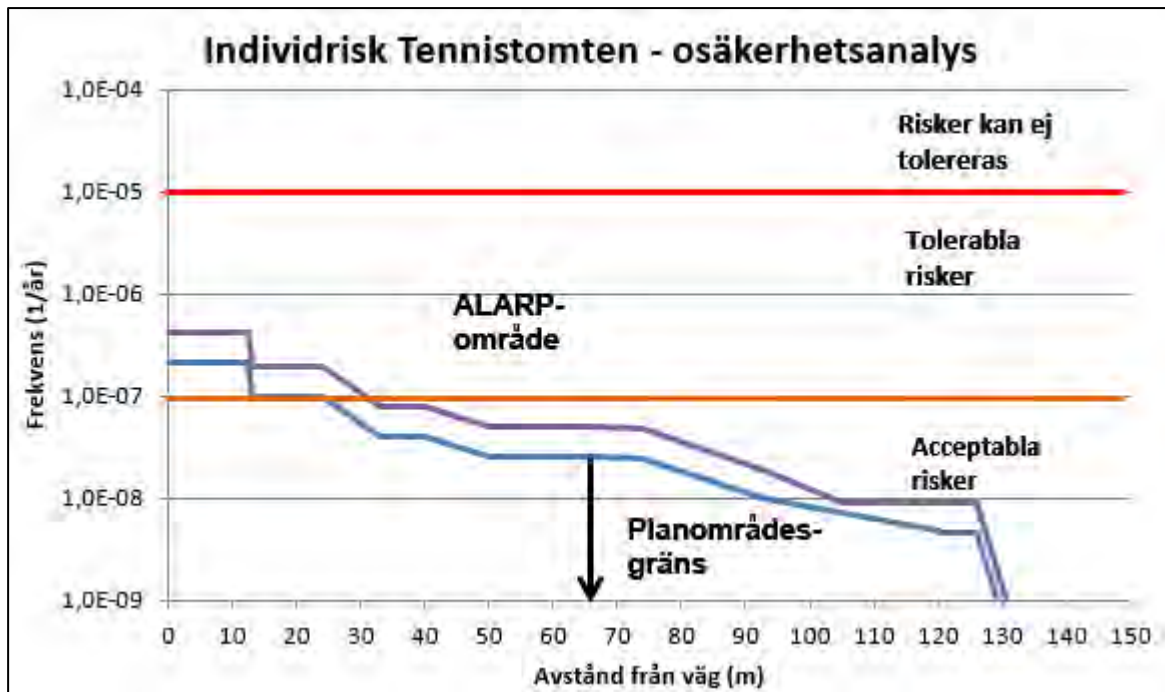
Det finns alltid osäkra faktorer i beräkningar av risker i samband med transporter av farligt gods förbi områden där det vistas människor. Eftersom det handlar om en prognos för en framtida situation så är osäkerheten i vilka mängder farligt gods som kommer transporteras förbi området i framtiden av betydelse. Detta är också viktigt då uppgifterna om transporterade mängder redan i nuläget är relativt osäkra eftersom statistik från nationellt genomsnitt visar på fler transporter än MSB:s statistik, se avsnitt 4.3. Därför används nationellt genomsnitt för antal transporter av farligt gods i osäkerhetsanalysen.

Ytterligare en källa till osäkerhet 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 planområdet.

Resultaten av osäkerhetsanalysen presenteras i *figur 13 och 14*.

### 5.3.1 Individrisk

Figur 11 visar att individrisken vid en osäkerhetsanalys är acceptabel på ett avstånd på cirka 32 meter från länsväg 160.



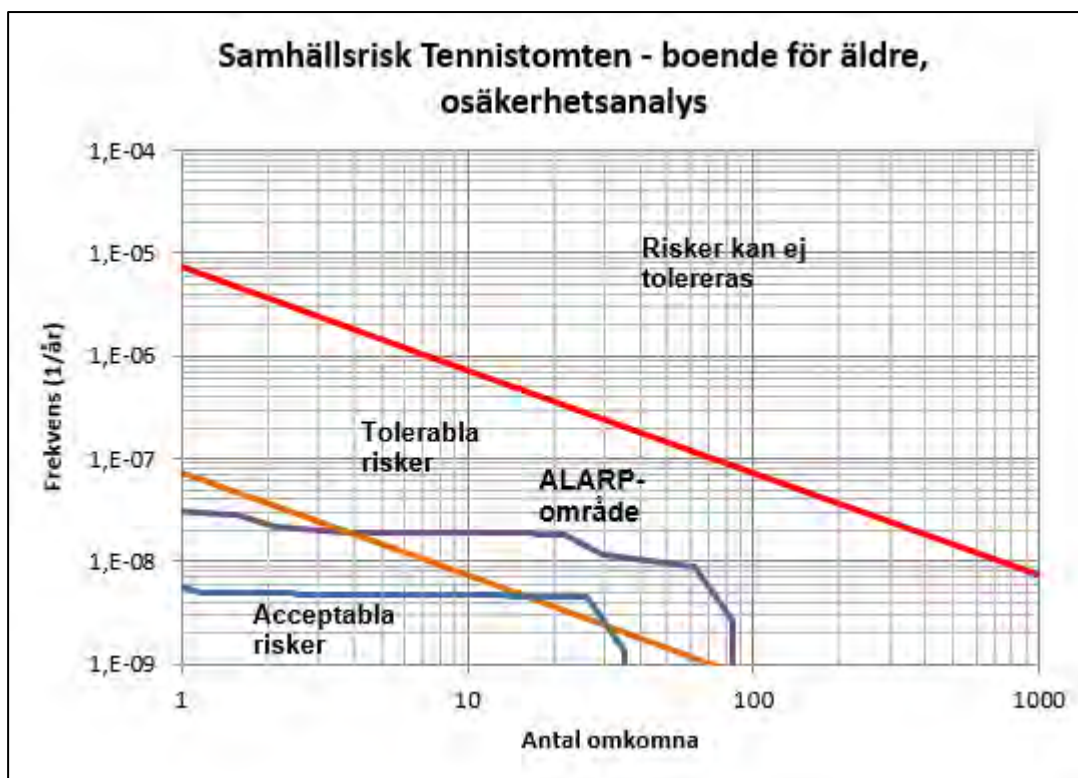
Figur 11 Osäkerhetsanalys för individrisken, lila linje, om nationellt genomsnitt för antal transporter av farligt gods används samt antalet personer närvarande i området ökas med 25 %. Ursprunglig beräkning visas med blå linje.

Individrisken ökar något men vid planområdesgränsen ligger risknivåerna fortfarande inom området för acceptabla risker.

## 5.3.2 Samhällsrisk

### 5.3.2.1 Boende för äldre

Figur 12 visar att samhällsrisken ökar men inte överskrider kriterierna för där risker ej kan tolereras vid den osäkerhetsanalys där nationellt genomsnitt för antalet transporter av farligt gods används samt en ökning av antalet personer närvarande i planområdet med 25 %.

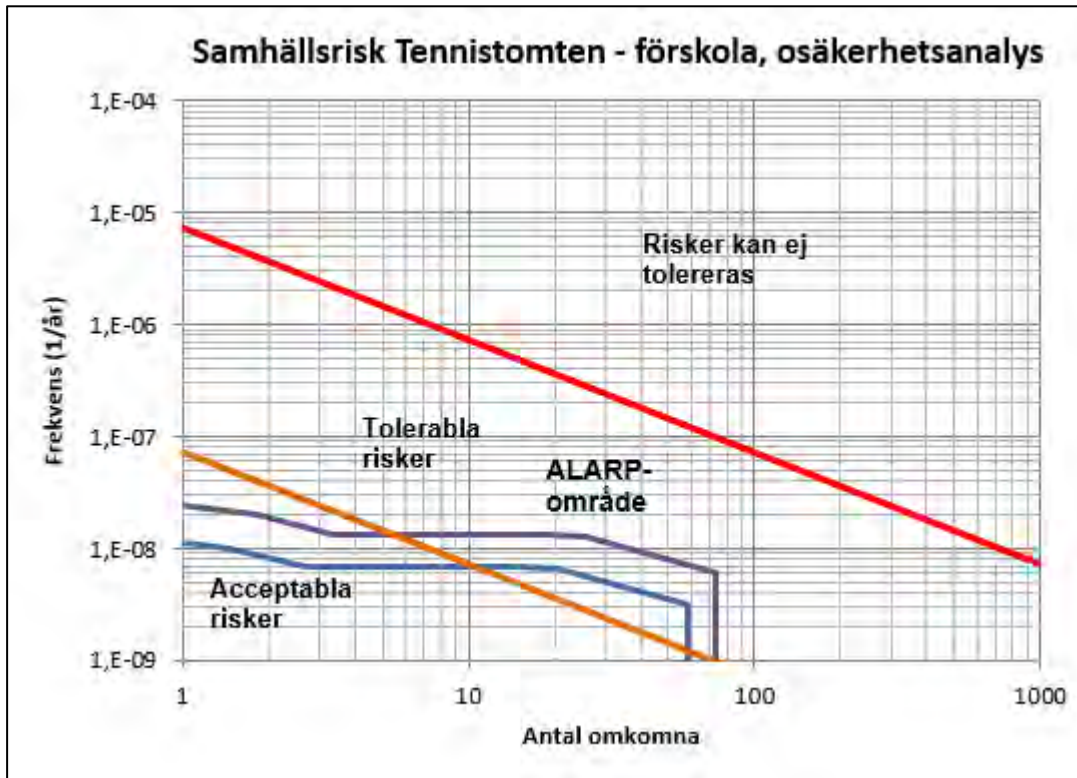


Figur 12 Osäkerhetsanalys för samhällsrisken, lila linje, om nationellt genomsnitt för antal transporter av farligt gods används samt antalet personer närvarande i området ökas med 25 %. Ursprunglig beräkning visas med blå linje.



5.3.2.2 Förskola

Figur 13 visar att samhällsriskerna ökar men inte överskrider kriterierna för där risker ej kan tolereras vid den osäkerhetsanalys där nationellt genomsnitt för antalet transporter av farligt gods används samt en ökning av antalet personer närvarande i planområdet med 25 %.



Figur 13 Osäkerhetsanalys för samhällsriskerna, lila linje, om nationellt genomsnitt för antal transporter av farligt gods används samt antalet personer närvarande i området ökas med 25 %. Ursprunglig beräkning visas med blå linje.



## 6 Diskussion och slutsatser

Den kvantitativa riskanalysen visar att risknivåerna för länsväg 160 förbi planområdet är inom ALARP-området både för markanvändning boende för äldre och förskola. Även vid en osäkerhetsanalys, där antal transporter av farlig gods enligt nationellt genomsnitt används samt en ökning av antalet personer närvarande i planområdet med 25 % används, visar att risknivåerna ligger inom ALARP-området. Detta innebär att alla rimliga skyddsåtgärder, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas.

Förslag till skyddsåtgärder:

- Utrymning bör vara möjlig bort från länsväg 160. Särskild hänsyn bör tas till utrymningsvägar vid markanvändning förskola då dessa verksamheter brukar klassas som svårutrymda.
- Fasader som är inom 100 meter från väggkant på länsväg 160 bör vara obrännbara.

Om dessa skyddsåtgärder genomförs så bedöms risknivåerna vara tolerabla för planområdet.

## 7 Referenser

MSB 2006	Kartläggning av farligt godstransporter – September 2006. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
Lst 2006	Riskhantering i detaljplaneprocessen, Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, september 2006
Rtj Storgöteborg 2004	Riktlinjer för riskbedömningar, Räddningstjänsten Storgöteborg 2004
SRV 1997	Värdering av risk, FoU rapport, Räddningsverket 1997
Tjörns kommun 2019	Mail från Karin Löfgren, planarkitekt Tjörns kommun 2019-04-15.
TRAFÄ 2014	Lastbilstrafik 2000-2013. Årliga rapporter utgivna av TRAFÄ tillsammans med SCB, 2014
Trafikverket 2018	Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2014-2040-2060. Trafikverket 2018-04-01.
Trafikverket 2019:1	Uttag ur Trafikverkets Vägtrafikflödeskartan <a href="http://vtf.trafikverket.se/">http://vtf.trafikverket.se/</a> , 2018-11-02.
Trafikverket 2019:2	Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2018-04-01.
ÖSA 2004	Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, Öresund Safety Advisers AB, 2004.

# Bilaga 1

## Riskberäkningar för transport av farligt gods på väg

### Innehåll

<b>1. Inledning .....</b>	<b>2</b>
1.1 Beräkningsmetod .....	2
1.1.1 Inledning .....	2
1.2 Ingångsdata till scenarieberäkningar .....	5
<b>2. Aktuella scenarierna .....</b>	<b>9</b>
2.1. Scenarier med sprängämnen, klass 1.1 .....	9
2.2 Scenarier med brandfarliga gaser, klass 2.1 .....	18
2.3 Scenarier med giftiga gaser, klass 2.3.....	23
2.4. Scenarier med mycket brandfarliga vätskor, klass 3.1.....	26
2.5. Scenarier med oxiderande ämnen, klass 5.1.....	28
<b>3. Beräkningsresultat .....</b>	<b>30</b>
<b>4. Referenser .....</b>	<b>32</b>

# 1. Inledning

## 1.1 Beräkningsmetod

### 1.1.1 Inledning

Riskberäkningsmetoden kan delas upp i fyra steg.

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

Alla beräkningar genomförs i excelblad. Dessa excelblad finns för insyn för myndigheterna och endast vissa utdrag publiceras här.

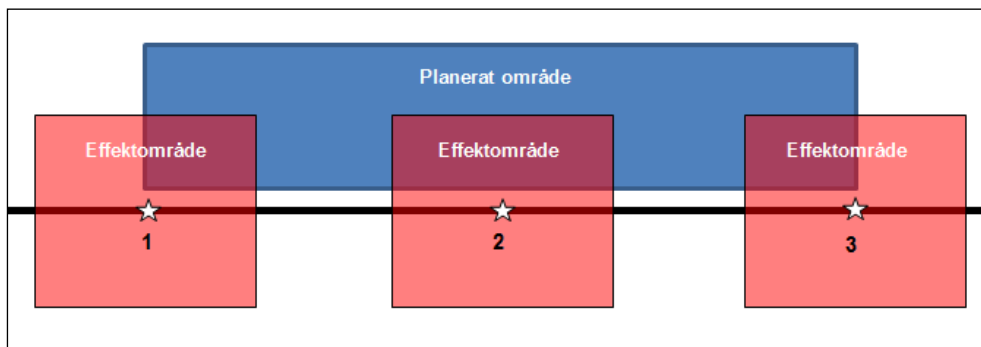
Sannolikheter och effektområdets storlek har, för klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 tagits från den nederländska beräkningsmetoden RBMII som är en av den nederländska staten godkänd metod för riskberäkning vid transport av farligt gods utifrån de modeller som presenteras i den s.k. Gula Boken (PGS2 2005) och Lila Boken (PGS3 2005). För klass 1.1 och klass 5.1 anges mera i detalj hur sannolikheterna och effektområdets storlek har beräknats.

### 1.1.2 Sannolikhetsberäkning

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).

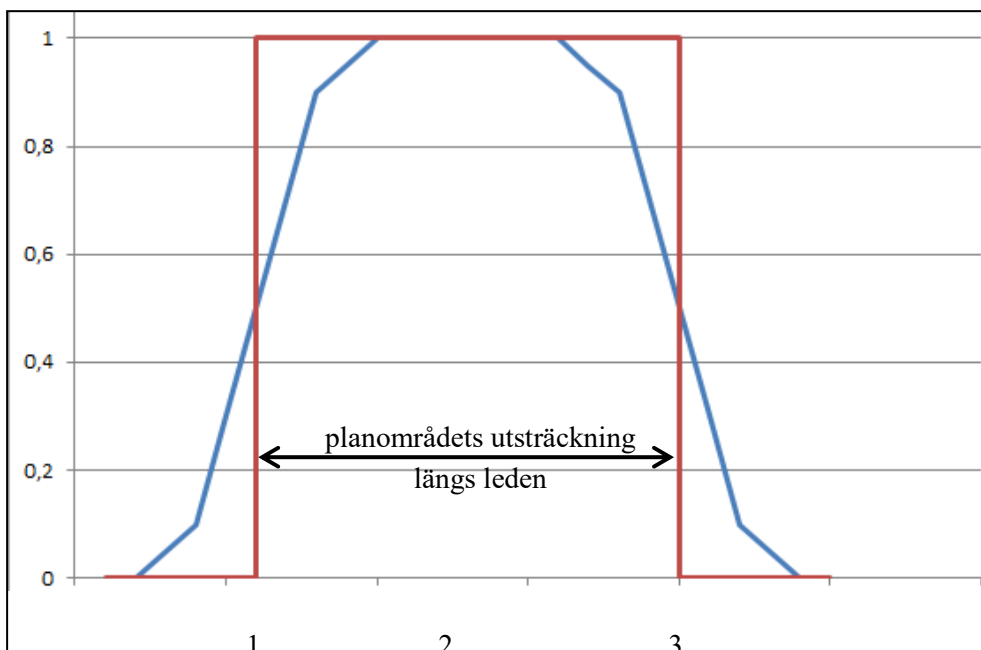
Antal transporter med de olika klasser farligt gods ger sedan antalet olyckor med transporter av de olika klasser farligt gods per kilometer. Beräkningsresultaten för dessa olyckor finns i *figur 4*. Att sannolikheten beräknas per kilometer beror på att vägsträckan som skall användas i sannolikhetsberäkningar varierar beroende på vilket scenario som är aktuellt

För samhällsrisken förklaras detta i *figur 1 till 3* nedan.



Figur 1. Tre olika lägen för en olycka med farligt gods med effektområde mindre än det planerade området.

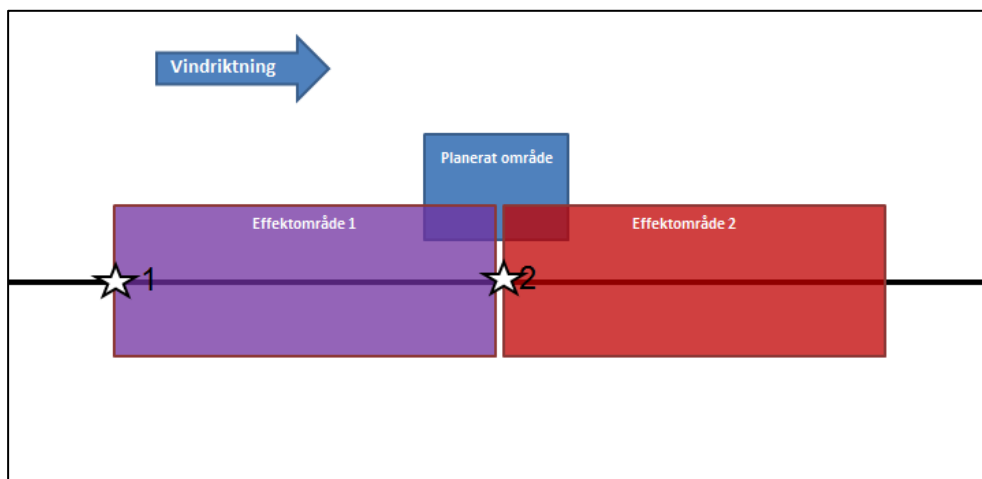
Tre lägen för olyckor visas. I läge 1 drabbas området av halva effekten, i läge 2 av hela effekten och läge 3 åter av halva effekten. Till vänster om läge 1 och till höger om läge 3 drabbas området av mindre än halva effekten. Detta förenklas till att området drabbas av hela effekten (som i olycksplats 2) för alla olyckslägen mellan 1 och 3. Olyckor utanför denna sträcka tas däremot inte med i beräkningen. Approximationen förtydligas i *figur 2* nedan.



Figur 2. Förenkling av effekten av olyckor med farligt gods.

Om effektområdets längd utmed leden är större än planområdets längd utmed leden så är det effektområdets längd som är utgångspunkten. Detta visas i figur 3 som

visar effektområdet för exempelvis ett gasmoln som blåses av vinden längs med vägen. Om olyckan sker mellan läge 1 och läge 2 så antas området drabbas av effekten. Avståndet är lika med effektområdets utsträckning längs leden.



Figur 3. Två olika lägen (lila resp röda effektområdet) för en olycka med farligt gods (gas i detta fall) med effektområde större än det planerade området.

Vid individriskberäkningar bestäms sannolikheten för olyckor alltid av effektområdenas utsträckning längs leden.

Sannolikheten att en olycka leder till ett utsläpp av betydelse (>100 kg) för klass 2.1, 2.3, 3 och 5.1 har tagits från RBMII.

Händelseträden för klass 1.1 och klass 5.1 förklaras i nästa kapitel vid aktuella scenarier

Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har tagits från RBMII.

### 1.1.3 Konsekvenser

Konsekvenserna beräknas med hjälp av effektområden för scenarier för ämnen i klass 2.2, 2.3 och 3. För ämnen i klass 1.1 och 5.1 används en något annorlunda metod som förklaras vid dessa scenarier.

Effektområden har tagits från den nederländska metoden RBMII som är föreskriven metod i Nederländerna vid denna sorts beräkningar. Effektområden har förenklats till att vara rektangulära. Storleken på dessa effektområden är generellt något större än på de effektområden som används i RBMII vilket leder till mera konservativa beräkningar.

I vissa fall finns det skäl att använda två effektområden i ett scenario. Detta är fallet när effekten av olyckan endast avklingar långsamt som exempelvis för olyckor med giftiga gaser i klass 2.3. För många scenarier avklingar effekten ganska snabbt från att alla omkommer till att nästan inga omkommer. I dessa fall används endast ett effektområde vars storlek har utökats för att även täcka de delar där endast en del av de närvarande omkommer.

Vindens påverkan tas med för de effekter som beror på vindriktningen. Alla vindriktningar mot området samlas till en vindriktning lodrätt från leden mot området. Vindriktningar längs leden beaktas också då vissa scenarier ger plymer längs leden som påverkar närmast leden.

Antalet omkomna i ett scenario beräknas utifrån ytan på området där scenariot påverkar, antal personer som befinner sig ute och inne inom detta område samt andelen av dessa som omkommer.

## 1.2 Ingångsdata till scenarieberäkningar

Resultaten av beräkningen av olycksrisk per kilometer för de olika klasser farligt gods framgår av *figur 4a och 4b*. Där framgår också beräkningarna av persontäthet inom området och i husen närmast vägen.



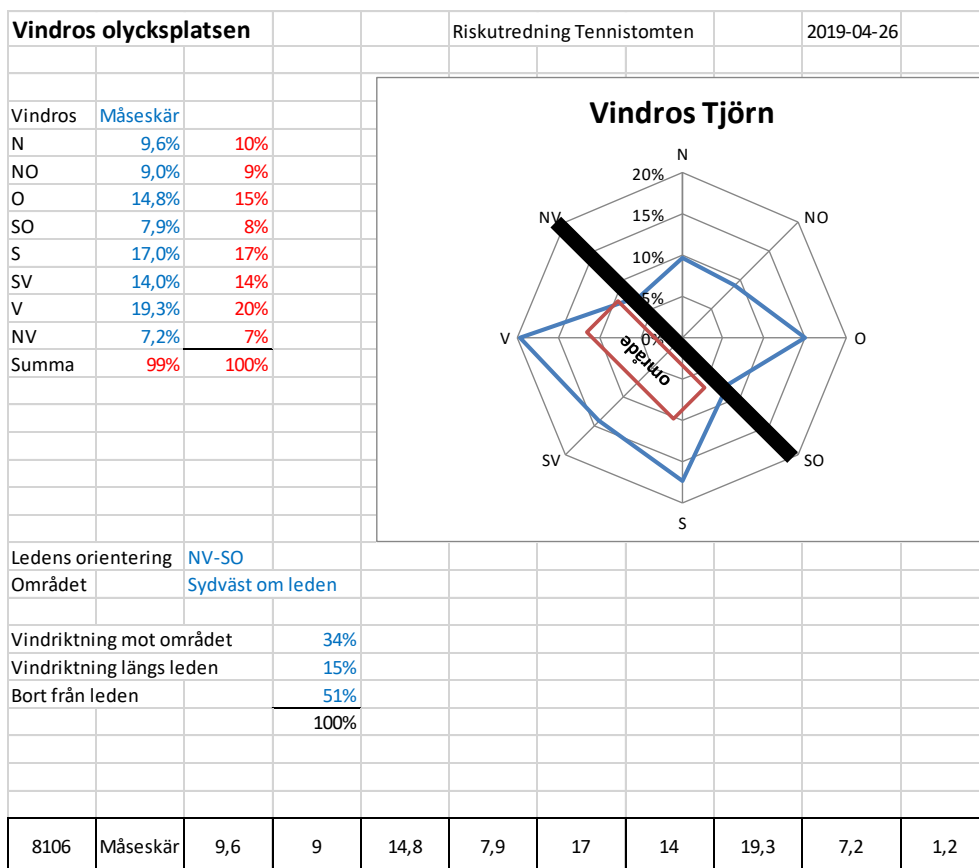
Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Risikutredning Tennistomten	2019-04-26
<b>Olycksrisk</b>				
Risk för olycka	1,1E-07	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,30			
Olycksrisk fordon	2,1E-07	1/km, år		
Område enl nedan	2	ange sifvervärde		
<b>Sannolikhet utströmning &gt; 100 kg</b>				
Område		Kondenserade 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	utsläppskoefficient dag/km,år	utsläppskoefficient natt/km,år
Klass 1, massexplosiv	1,0	1	1,5E-07	6,2E-08
Klass 2.1	300,0	0,034	1,5E-06	6,4E-07
Klass 2.3	5,0	0,034	2,5E-08	1,1E-08
Klass 3, bensin	3750,0	0,077	4,2E-05	1,8E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	100,0	0,077	1,1E-06	4,8E-07
<b>Områdesinfo</b>				
<b>Områdets storlek</b>				
	Inne	Ute		
Planområdets avstånd längd	75	75	m	
Planområdets bredd	60	95	m	
Planområdets längd	110	145	m	
<b>Befolkningstäthet</b>				
	Dag			
	Inne	Ute		
Befolkning inne +ute	60		personer	
Andel inne/ute	93%	7%		
Befolkning	55,8	4,2	personer	
Befolkningstäthet	8,5E-03	3,0E-04	pers/m2	
	Natt			
	Inne	Ute		
Befolkning inne +ute	80		personer	
Andel inne/ute	99%	1%		
Befolkning	79,2	0,8	personer	
Befolkningstäthet	1,2E-02	5,8E-05	pers/m2	
	Dag		Natt	
Antal personer första raden totalt	60	80		
	Dag			
	Inne	Ute		
Andel i %	93%	7%		
Antal personer 1:a rad	55,8	4,2		
	Natt			
	Inne	Ute		
Andel i %	99%	1%		
Antal personer 1:a rad	79,2	0,8		

Figur 4a. Ingångsvärden för riskberäkningarna för Scenario A Boende för äldre.

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskutredning Tennistomten	2019-04-26
<b>Olycksrisk</b>				
Risk för olycka	1,1E-07	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	0,30			
Olycksrisk fordon	2,1E-07	1/km, år		
Område enl nedan	2	länge 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	utsläppsris k dag/km,år	utsläppsris k natt/km,år
Klass 1, massexplosiv	1,0	1	1,5E-07	6,2E-08
Klass 2.1	300,0	0,034	1,5E-06	6,4E-07
Klass 2.3	5,0	0,034	2,5E-08	1,1E-08
Klass 3, bensin	3750,0	0,077	4,2E-05	1,8E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	100,0	0,077	1,1E-06	4,8E-07
<b>Områdesinfo</b>				
<b>Områdets storlek</b>				
	Inne	Ute		
Planområdets avstånd le	75	75	m	
Planområdets bredd	60	95	m	
Planområdets längd	110	145	m	
<b>Befolkningstäthet</b>				
	Dag			
	Inne	Ute		
Befolkning inne +ute	75		personer	
Andel inne/ute	75%	25%		
Befolkning	56,3	18,8	personer	
Befolkningstäthet	8,5E-03	1,4E-03	pers/m2	
	Natt			
	Inne	Ute		
Befolkning inne +ute	0		personer	
Andel inne/ute	99%	1%		
Befolkning	0,0	0,0	personer	
Befolkningstäthet	0,0E+00	0,0E+00	pers/m2	
	Dag	Natt		
Antal personer första raden totalt	75	0		
	Dag			
	Inne	Ute		
Andel i %	75%	7%		
Antal personer 1:a rad	56,3	5,3		
	Natt			
	Inne	Ute		
Andel i %	99%	1%		
Antal personer 1:a rad	0,0	0,0		

Figur 4b. Ingångsvärden för riskberäkningarna för Scenario B Förskola.

I figur 5 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.



Figur 5. Vindros för Tjörn.

## 2. Aktuella scenarierna

Här ges en generell beskrivning av scenarierna som kan leda till betydande konsekvenser för området utifrån de klasser farligt gods som kan komma att transporteras, *se rapporten*.

### 2.1. Scenarier med sprängämnen, klass 1.1

#### 2.1.1 Sannolikheter

Sannolikheten för en olycka med massexplosiva sprängämnen framgår av *figur 4*

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 fordonet 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.

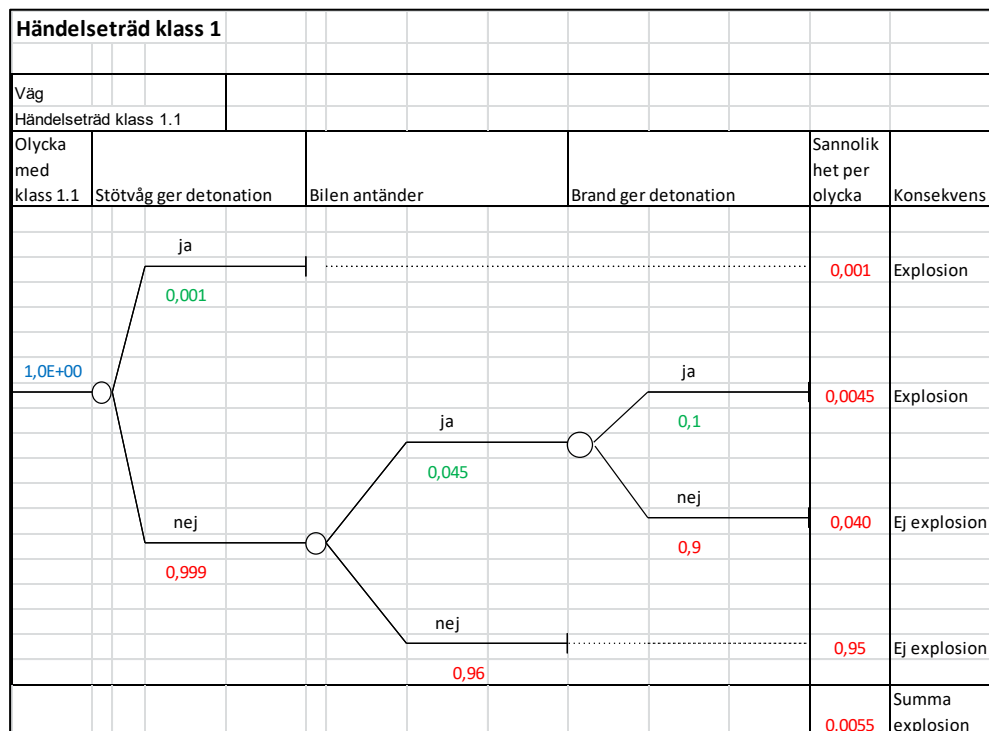
Sammantaget bedöms det att sannolikheten för detonation på grund av stöt vid en olycka med emulsionssprängämnen ligger under 0,1 %. Detta värde kommer att användas vid sannolikhetsberäkningarna.

#### 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 olycka med sprängämnen visas i *figur 6*.



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

Resultaten av sannolikhetsberäkningar för fallet att en massexplosion på grund av en olycka med en sprängämnestransport visas i *tabell 2, avsnitt 3*.

## 2.1.2 Konsekvenser

### Explosionslast

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 7 och 8* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

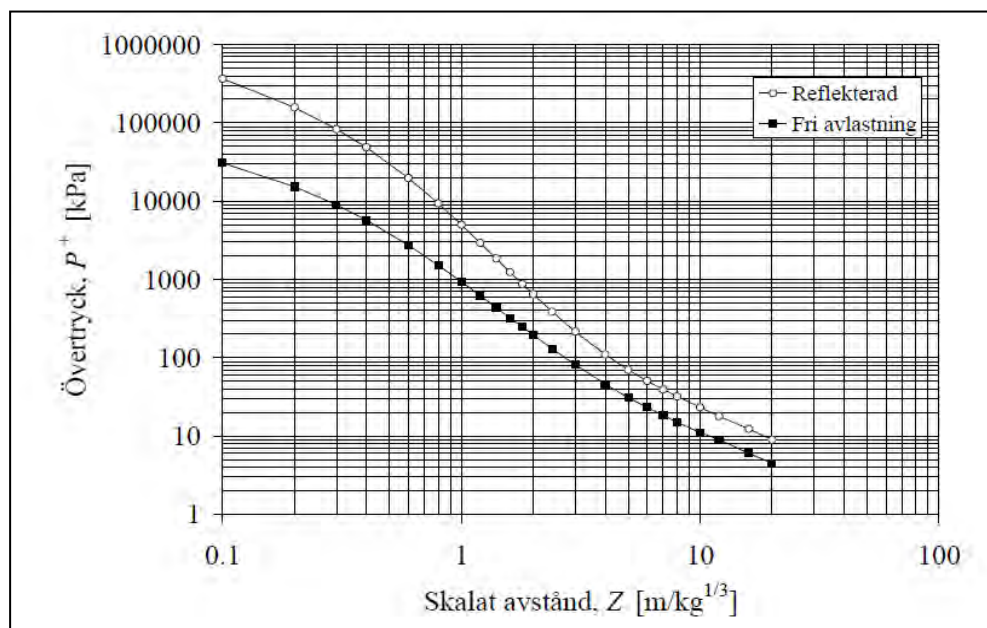
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

R = avstånd från explosionscentrum (m)

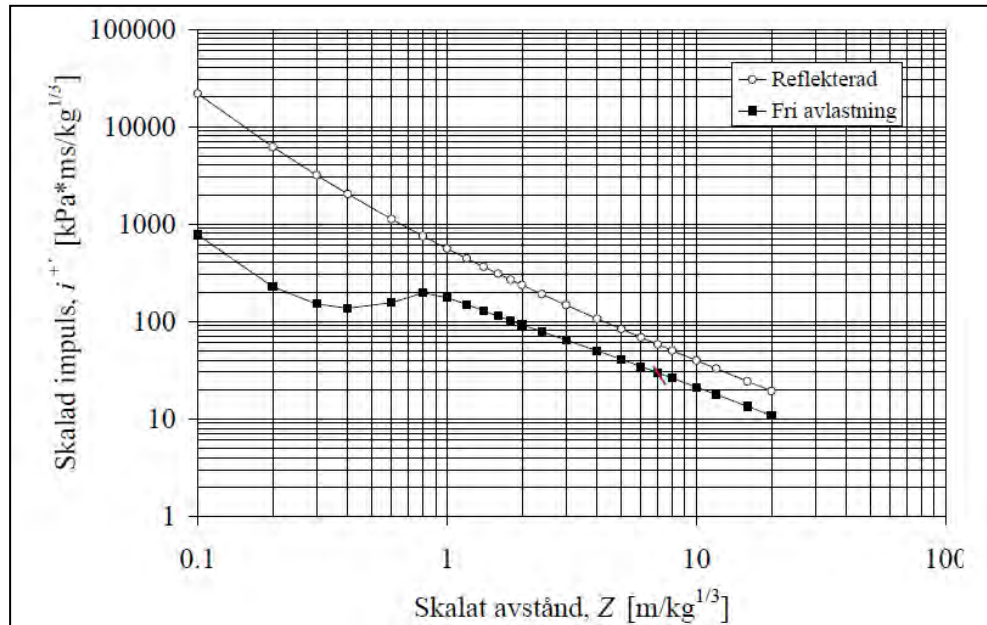
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

*Figur 7* ger övertrycket  $p_+$



Figur 7 Reflekerat och oreflekerat övertryck som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Figur 8 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 8. Reflekerat och oreflekerat impulsintensitet som funktion av det skalade avståndet  $Z$  (från SRV 2007).

Resultaten visas i tabell 1.

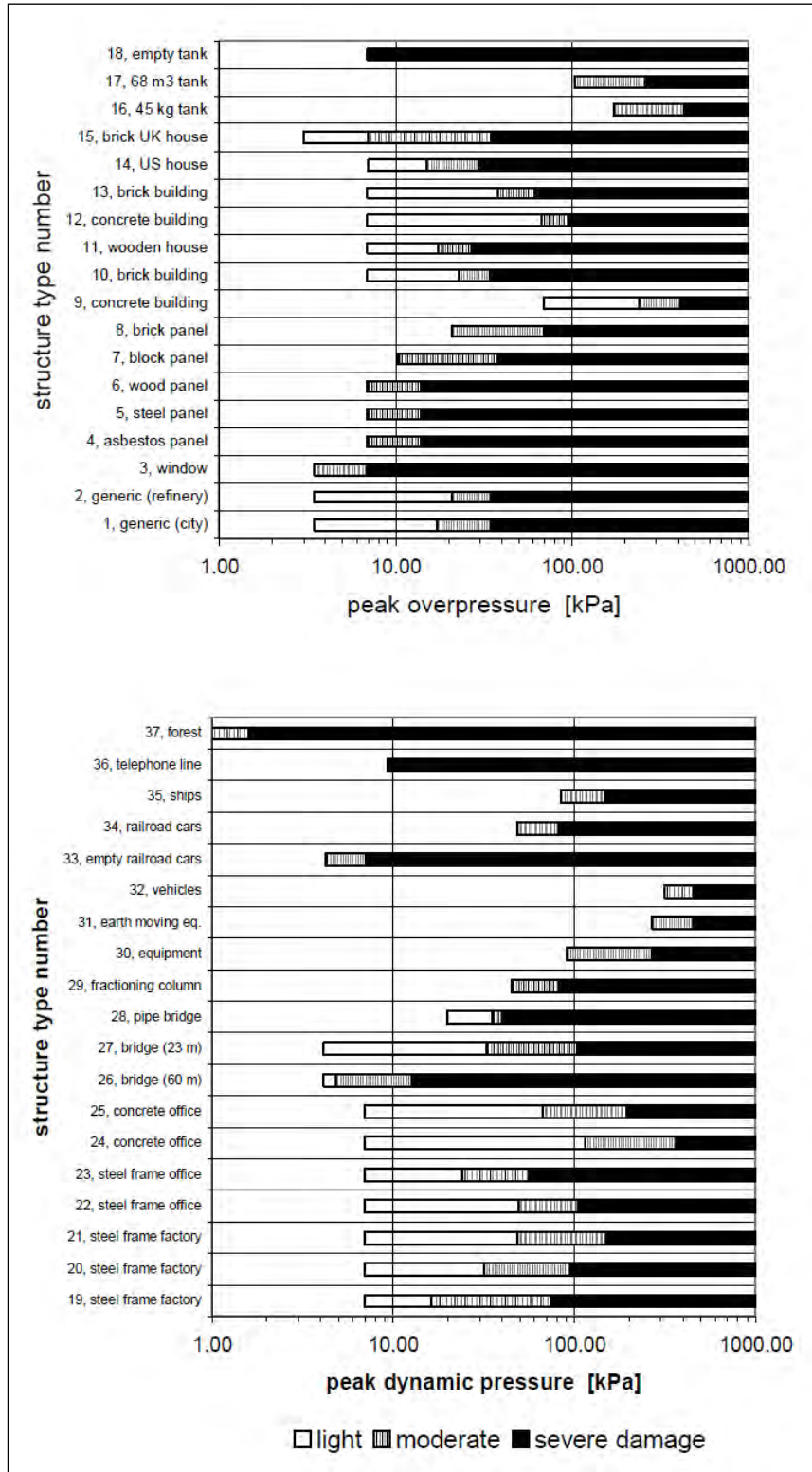
Tabell 1. Reflekerat och oreflekerat tryck och impulstäthet som funktion av avståndet till explosionscentrum.

Avstånd	$Z$	$p^+$	$p_r$	$i^+$	$i_r$
m	$\text{m}/\text{kg}^{1/3}$	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

**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, se *figur 9 och 10*. Detta tryck uppnås enligt *tabell 1* ungefär 125 m från platsen för explosionen.





Figur 9 Övertryck som leder till raserade byggnader mm.

Type	Description of structure
1	city
2	refinery
3	glass windows, large and small
4	corrugated asbestos siding
5	corrugated steel or aluminum panelling
6	wood siding panels, standard house construction
7	concrete or cinder-block wall panels, 8" or 12" thick (not reinforced)
8	brick wall panel, 8" or 12" thick (not reinforced)
9	blast-resistant reinforced concrete windowless building
10	multi-storey wall-bearing building, brick apartment house type, up to three storeys
11	wood-frame house
12	multi-storey reinforced concrete building with concrete walls, small window area, three to eight storeys
13	multi-storey wall-bearing building, monumental type, up to four storeys
14	typical American-style house
15	typical brick-built English house
16	45 kg LPG tank
17	68000-litre LPG bulk gas plant
18	floating- or conical roof tanks, empty
19	light steel frame industrial building, single storey, with up to 5-ton crane capacity, low strength walls which fail quickly
20	heavy steel frame industrial building, single storey, with 25- to 50-ton crane capacity, lightweight low strength walls which fail quickly
21	heavy steel frame industrial building, single storey, with 60- to 100-ton crane capacity, lightweight low strength walls which fail quickly
22	multi-storey steel frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, earthquake-resistant design
23	multi-storey steel frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, non-earthquake-resistant design
24	multi-storey reinforced concrete-frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, earthquake-resistant construction.
25	multi-storey reinforced concrete-frame office-type building, 3 to 10 storeys. Lightweight low strength walls which fail quickly, non-earthquake-resistant construction.
26	railroad girder bridges, single track deck or through, open floors, span 200 ft (60 m)
27	railroad girder bridges, single track deck or through, open floors, span 75 ft (23 m)
28	pipe bridge
29	fractioning column
30	truck-mounted engineering equipment (unprotected)
31	earth-moving engineering equipment (unprotected)
32	transportation vehicles
33	unloaded railroad cars
34	loaded boxcars, flatcars, full tank cars, and gondola cars (side-on orientation)
35	merchant shipping
36	telephone lines (transverse)
37	average deciduous forest stand

Figur 10. Beskrivning av byggnadstyper mm i figur 9.

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.

Storleken av området längs vägen där husen rasar beräknas utifrån husens avstånd till vägen och Pythagoras sats.

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, resultaten visas i *tabell 2*.

### **Skador utomhus**

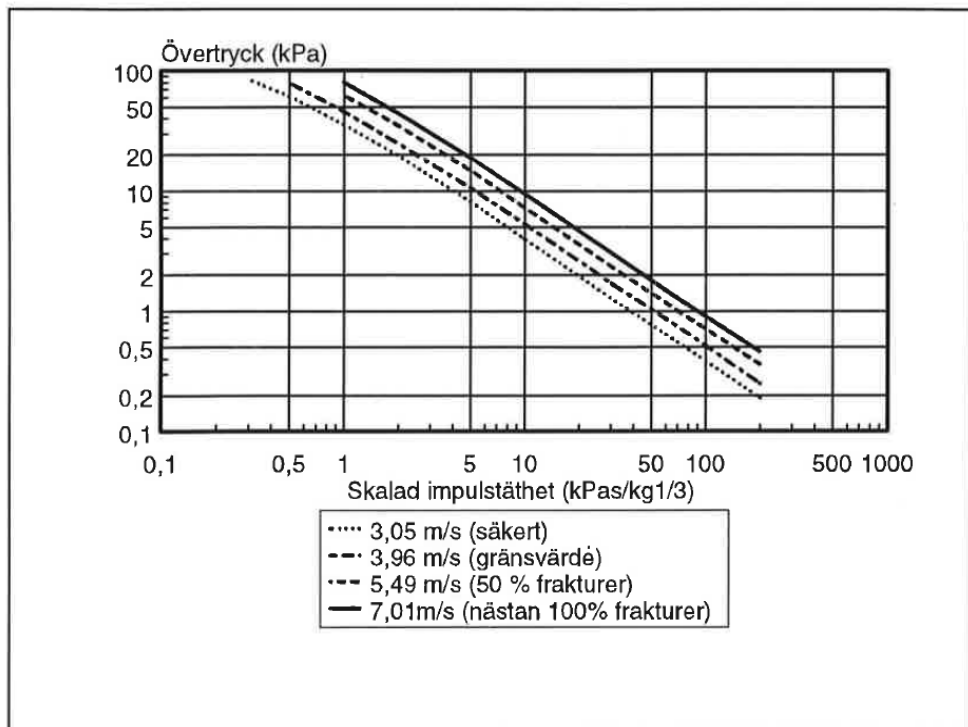
#### **Direkta skador pga. tryck**

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 islag av huvudet (från FOA 1997).

Personer utomhus kan även omkomma av fallande byggnadsdelar eller spliter 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.

### **Individrisk**

En person antas omkomma om han befinner sig i området kring den bebyggelse som kommer att rasa vid en massexplosion. Avståndet beror på avståndet mellan transportleden och husen och husens bredd, som default används 30 m för detta.

Sannolikheten beräknas med att explosionen måste ske på de 250 m av vägen som är närmast individen.

### **Samhällsrisk**

Sannolikheten för en person att omkomma inomhus är 17 % i de hus som antas rasa vid massexlosionen, dvs de som ligger inom 125 m från olycksplatsen. Alla personer som befinner sig utomhus kring husen antas omkomma, se avsnittet om individrisk.

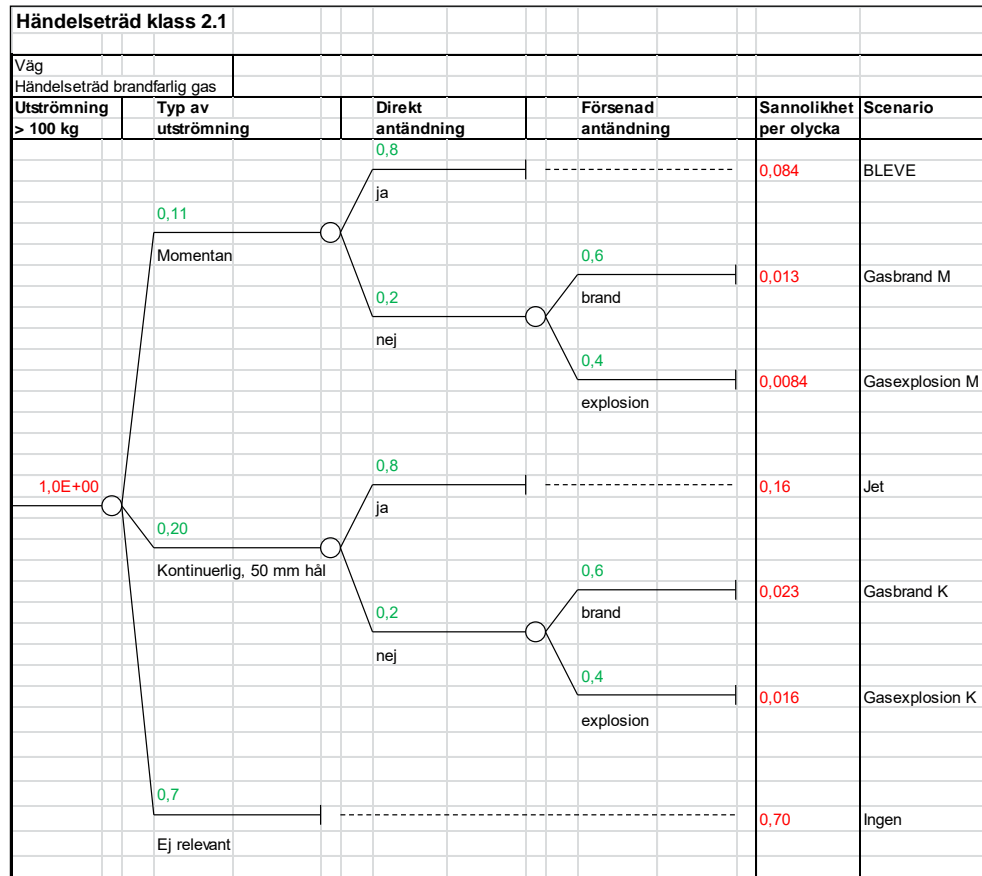
## **2.2 Scenarier med brandfarliga gaser, klass 2.1**

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med brandfarliga gaser per kilometer transportled har beräknats på samma sätt som för massexplösiva ämnen i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 3*.

### **2.2.1 Scenario Jetflamma**

I detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken på tankfordon med komprimerad brandfarlig gas. Gasen sprutar ut och antänds vilket leder till en låga som sträcker sig från olycksplatsen in mot området. Inom ett område av 45x74 m (längs vägen x in mot området) förväntas alla omkomma. Utomhus på grund av att människorna hamnar i eller nära lågan, inomhus då byggnaden fattar eld och brinner ner.

Av händelseträdet för brandfarliga gaser, *figur 12*, framgår att sannolikheten för scenario Jetflamma vid en olycka med brandfarlig gas med betydande utströmning är lika med 0,16.



Figur 12. Händelseträäd olycka med brandfarlig gas

### Individrisk

Scenario Jetflamma antas leda till att oskyddade individer utomhus omkommer inom ett område på 45 m av leden i ledens riktning och som sträcker sig ca 74 m in i området.

En individ omkommer om olyckan sker på de närmaste 45 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 74 m från leden.

### Samhällsrisk

Personer som vistas inom ett område på 45 m längs vägen och 74 m in från vägen antas omkomma, såväl inomhus som utomhus.

## 2.2.2 Scenario Gasbrand vid momentant utsläpp

I detta scenario havererar tanken och hela innehållet släpps ut momentant. Gasen blandas med luft tills den lägre brännbarhetsnivån är nådd (LFL) då gasen antänds. Förbränningen kan ske som deflagration (flamfronten rör sig med en hastighet som är lägre än ljudets hastighet), vilket leder till en gasbrand, eller som en detonation (flamfronten rör sig med en hastighet som överstiger ljudets) vilket leder till en gasexplosion. Detta är scenario Gasbrand M respektive Gasexplosion M. För dessa scenarier spelar vindriktningen en mindre roll på grund av den stora mängden gas som expanderar och antänds snabbt. För scenario Gasbrand M antas gasmolnet ha sitt centrum på olycksplatsen och en storlek av 18 5x 185 m. Inom ett område av 185 x 93 m (längs vägen x in mot området) omkommer alla ute och inne. Effektområdet har valt med marginal så att det även tas hänsyn till att gasmolnet förflyttar sig i viss mån med vinden innan det antänds.

Sannolikheten för detta scenario vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas framgår av händelseträdet i *figur 10* och är lika med 0,013.

### **Individrisk**

En individ omkommer vid detta scenario om han/hon befinner sig inom det brinnande molnet, dvs om olyckan händer inom 93 m från personen och om personen står på ett avstånd av mindre än 93 m från leden.

### **Samhällsrisk**

Personer som vistas inne i det brinnande gasmolnet antas omkomma, inne såväl som ute.

## 2.2.3 Scenario Gasbrand vid kontinuerligt utsläpp

I detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken på samma sätt som i scenario Jetflamma. Den brandfarliga gasen antänds inte direkt men sprids med vinden mot olycksplatsen. Gasen blandas med luft tills den lägre brännbarhetsnivån är nådd (LFL) då gasen antänds. Molnets utsträckning är då 50 x 10 m i vindriktningen. Förbränningen kan ske som deflagration (flamfronten rör sig med en hastighet som är lägre än ljudets hastighet), vilket leder till en gasbrand, scenario Gasbrand K, eller till en detonation (flamfronten rör sig med en hastighet som överstiger ljudets) vilket leder till en gasexplosion, detta är scenario Gasexplosion K.

Vid Scenario Gasbrand K antas alla som vistas i det brinnande molnet omkomma, såväl inomhus som utomhus.

Sannolikheten för Scenario Gasbrand K framgår av händelseträdet i *figur 12* och är lika med 0,023 vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 5*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen in mot området, detta är scenario Gasbrand KT. Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasbrand KL. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

### **Individerisk**

I scenario Gasbrand KT omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 10 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 50 m från leden.

I scenario Gasbrand KL omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 50 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 5 m från leden.

### **Samhällsrisk**

I scenario Gasbrand KT antas personer omkomma inom ett område med längd 10 m längs leden och bredd 50 m in från vägen.

I scenario Gasbrand KL antas personer omkomma inom ett område med längd 50 m längs leden och bredd 5 m in från vägen.

## **2.2.4 Scenario Gasexplosion vid momentant utsläpp**

Detta är samma som scenario Gasbrand M, med den skillnaden att gas/luftblandningen förbränns explosionsartat. En individ antas omkomma vid ett explosionstryck över 0,3 Bar. Detta inträffar vid en gasexplosion inom ett område på 252 x 252 m, centrum för explosionen antas ligga på leden.

Sannolikheten för detta vid en olycka med utsläpp av brandfarliga gaser framgår av händelseträdet i *figur 12* och är lika med 0,0084 vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

### **Individerisk**

I scenario Gasexplosion M omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 252 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 126 m från leden.



### **Samhällsrisk**

Personer som vistas inomhus eller utomhus inom ett område med längd 252 m längs leden och bredd 126 m från vägen antas omkomma. Inom ett område utanför detta område med längd 504 m och bredd 252 m antas 3 % av de som befinner sig inomhus omkomma.

## **2.2.5 Scenario Gasexplosion vid kontinuerligt utsläpp**

Dessa scenarier är detsamma som scenario Gasbrand KT och KL med den skillnaden att gas/luftblandningen förbränns snabbare vilket leder till en gasexplosion. En individ antas omkomma vid ett explosionstryck över 0,3 Bar. Detta inträffar i ett område av 66x66 m. Sannolikheten för detta är enligt händelseträdet i *figur 12* lika med 0,016 per olycka med utsläpp av brandfarlig gas.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 5*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen in mot området detta är scenario Gasexplosion KT. Centrum för explosionen antas då ligga 33 m från vägen så att hela effektområdet a ligger vid sidan om vägen.

Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasexplosion KL. Centrum för explosionen antas då ligga på vägen men mitt framför området. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

### **Individrisk**

I scenario Gasexplosion KT omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 66 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 66 m från leden.

I scenario Gasbrand KL omkommer en person om olyckan sker på de närmaste 66 m av leden från där personen står och om personen står på mindre än 33 m från leden

### **Samhällsrisk**

I scenario Gasexplosion KT antas personer inomhus och utomhus omkomma inom ett område med längd 66 m längs leden och bredd 66 m in från vägen.

I scenario Gasexplosion KL antas personer omkomma inom ett område med längd 66 m längs leden och bredd 33 m in från vägen inomhus och utomhus.

### 2.2.6 Scenario BLEVE

Vid en BLEVE havererar tanken brandfarlig gas, mestadels på grund av en brand i en annan del av fordonet, vilket leder till ett momentant utsläpp som antänds direkt. Detta kallas en BLEVE och leder till att personer omkommer inom ett område av 80x80m. BLEVE:ns centrum ligger på olycksplatsen. Sannolikheten för detta scenario vid en olycka med utsläpp av brandfarlig gas framgår av händelseträdet i *figur 10* och är lika med 0,084 vid en olycka.

#### **Individrisk**

En person antas omkomma inom ett område med längd 80 m längs vägen och bredd 40 m in från vägen.

#### **Samhällsrisk**

I scenario BLEVE antas personer omkomma inom ett område med längd 80 m längs leden och bredd 40 m in från vägen inomhus och utomhus.

## 2.3 Scenarier med giftiga gaser, klass 2.3

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med giftiga gaser per kilometer transportled har beräknats på samma sätt som för massexplosiva ämnen i *tidigare avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 3*.

Händelseträdet för scenarier med giftiga gaser framgår i *figur 13* nedan.

Händelseträäd klass 2.3			
Händelseträäd väg, gas			
Utströmning >100 kg	Utströmning	Sannolikhet per olycka	Scenario
	0,015 Momentant	0,015	Gasmoln M
1,0	0,20 Kontinuerligt 5 cm hål	0,20	Gasmoln K

Figur 13. Händelseträäd för olycka med giftiga gaser

### 2.3.1 Scenario Gasmoln M

I detta scenario havererar tanken och hela innehållet släpps ut momentant. På grund av det snabba händelseförloppet bedöms vindriktningens spela mindre roll.

Effektområdena har dock anpassat för att ta hänsyn till spridning med vinden i olika riktningar. Storleken av effektområde 1 bedöms vara 70x70 m med centrum på olycksplatsen. Effektområde 2 har storlek 120x120 m.

Sannolikhet för scenariot framgår av händelseträdet i *figur 13* och är lika med 0,015 per olycka med utsläpp.

#### **Individrisk**

En person har 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 70 m av leden från där personen står och 35 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 120 m av leden från där personen står och 60 m in från vägen.

### **Samhällsrisk**

Inom effektområde 1 antas alla som vistas utomhus inom molnet omkomma. Av de som vistas inomhus antas ca 10 % omkomma. Inom effektområde 2 antas 30 % av de som vistas utomhus omkomma. Av de som vistas inomhus antas 3 % omkomma här.

### **2.3.2 Scenario Gasmoln K**

Vid detta scenario uppstår ett hål på 5 cm i tanken med ammoniakgas. En gasplym uppstår som rör sig i vindriktningen. Sannolikheten för scenariot framgår av händelseträdet i *figur 12* och är lika med 0,20 per olycka med utsläpp.

Effektområde 1 har bredd 25 m och längd 135 m i vindriktningen. Effektområde 2 har bredd 75 m och längd 220 m i vindriktningen. Båda effektområden börjar vid olycksplatsen.

Sannolikheten för olika vindriktningar framgår av vindrosen i *figur 5*. Om vinden står rakt eller snett mot området så transporteras gasen till området, detta är scenario Gasmoln KT. Blåser vinden i ledens riktning transporteras gasen längs leden, detta ger scenario Gasmoln KL. Vid övriga vindriktningar förs gasen bort från området.

### **Individrisk**

I scenario Gasmoln KT har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 25 m av leden från där personen står och 135 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 75 m av leden från där personen står och 220 m in från vägen.

I scenario Gasmoln KL har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 135 m av leden från där personen står och 13 m in från vägen. En person har 30 % att omkomma om olyckan sker på de närmaste 220 m av leden från där personen står och 38 m in från vägen.

### **Samhällsrisk**

Inom effektområde 1 antas alla som vistas utomhus inom molnet omkomma. Av de som vistas inomhus antas ca 10 % omkomma. Inom effektområde 2 antas 30 % av de som vistas utomhus omkomma. Av de som vistas inomhus antas 3 % omkomma här.

## 2.4. Scenarier med mycket brandfarliga vätskor, klass 3.1

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med mycket brandfarliga vätskor på har beräknats på samma sätt som i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 3*.

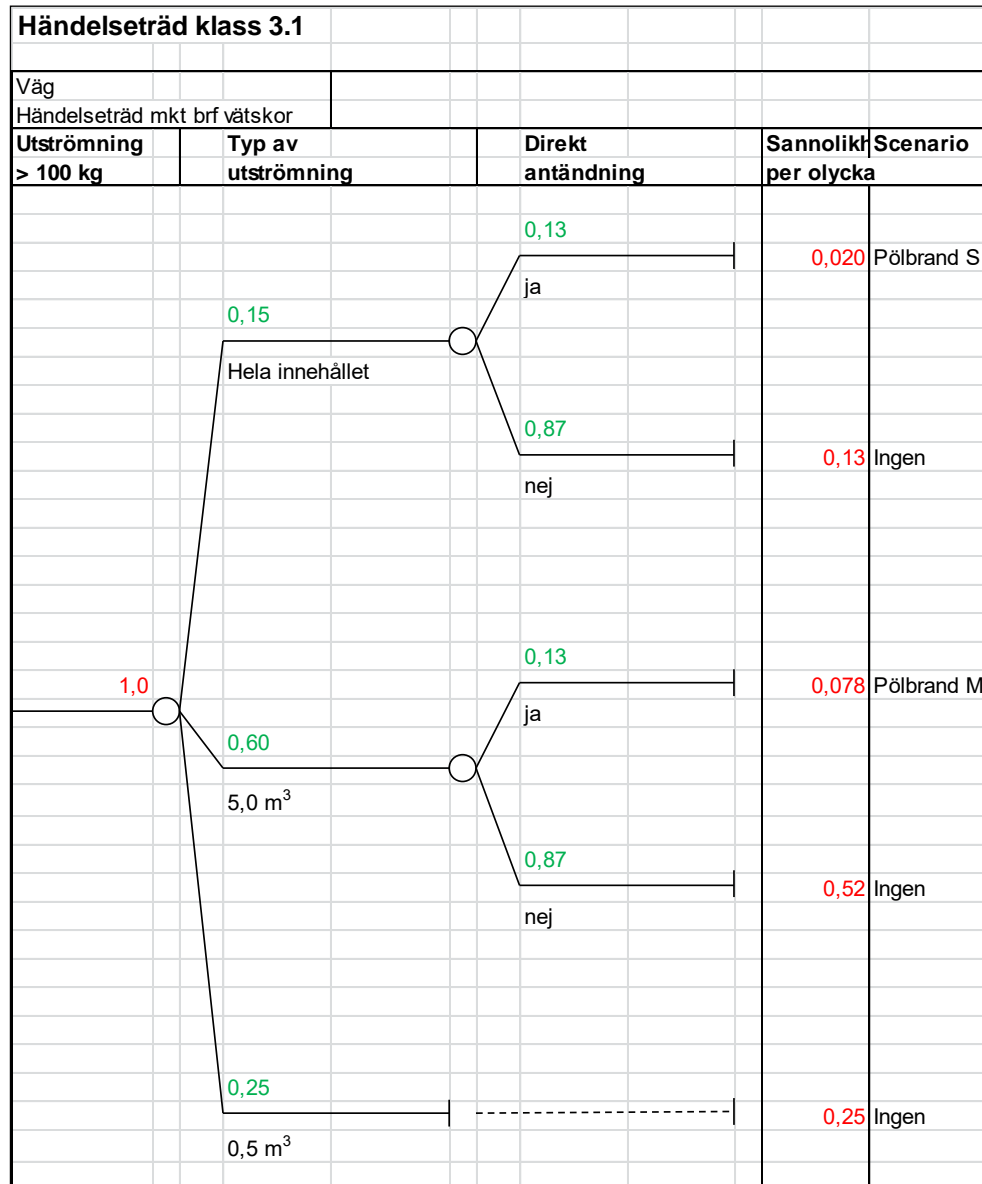
Händelseträdet för scenarier med mycket brandfarliga vätskor framgår i *figur 13* nedan.

### 2.4.1 Scenarier Pölbrand S och M

I scenario Pölbrand sker en olycka där tanken skadas och ett utsläpp sker av mycket brandfarlig vätska (exempelvis bensin) som rinner ut till en pöl som sedan antänds. Värmestrålningen kan leda till att människor omkommer. Vid en stor pölbrand (Pölbrand S) antas personer inom ett område på 48x48 m omkomma, såväl inne som ute. Vid en mindre pölbrand (Pölbrand M) antas personer inom ett område på 25x25 m omkomma såväl inne som ute. Områdena antas centrerade kring olycksplatsen.

#### **Sannolikhet**

Sannolikheten för att ett utsläpp leder till scenario Pölbrand S (en pölbrand med en yta på 600 m<sup>2</sup>) är lika med 0,020 per olycka med utsläpp av mycket brandfarlig vätska. Sannolikheten för scenario Pölbrand M (en pölbrand med yta 300 m<sup>2</sup>) är lika med 0,078 per olycka med utsläpp. Se händelseträdet i *figur 14* nedan.



Figur 14 Händelseträd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3.

### Individrisk

I scenario Pölbrand S har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 48 m av leden från där personen står och 24 m in från vägen.

I scenario Pölbrand M har en person 100 % sannolikhet att omkomma om olyckan sker på de närmaste 23 m av leden från där personen står och 13 m in från vägen.

### **Samhällsrisk**

Inom ett område med längd 48 m längs vägen och bredd 24 m in från vägen antas alla omkomma såväl inomhus som utomhus i scenarion Pölbrand S.

I scenario Pölbrand M antas alla utomhus och inomhus omkomma inom ett område med längd 25 m längs vägen och bredd 13 m in från vägen.

## **2.5. Scenarier med oxiderande ämnen, klass 5.1**

Sannolikheten för en olycka med ett fordon med oxiderande ämnen med risk för massexplosion har beräknats på samma sätt som för massexplosiva ämnen i *avsnitt 2.1.1* och framgår av ingångsdata i *figur 4*.

Händelseträdet för scenarier med oxiderande ämnen framgår i *figur 15* nedan.

### **2.5.1 Scenario Explosion S och M**

I dessa scenariot har vi utgått från att transportererna sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 16 ton TNT vid ett stort utsläpp av ammoniumnitrat och cirka hälften vid ett mindre utsläpp. Detta överskattar explosionens kraft då den blandningen som kommer att ske om båda ämnen rinner ut vid en olycka inte räcker för att åstadkomma ett effektivt sprängämne vilket egentligen kräver en ganska exakt blandning av dessa ämnen.

Konsekvenserna av dessa explosioner härleds på samma sätt som för massexplosiva ämnen i klass 1.

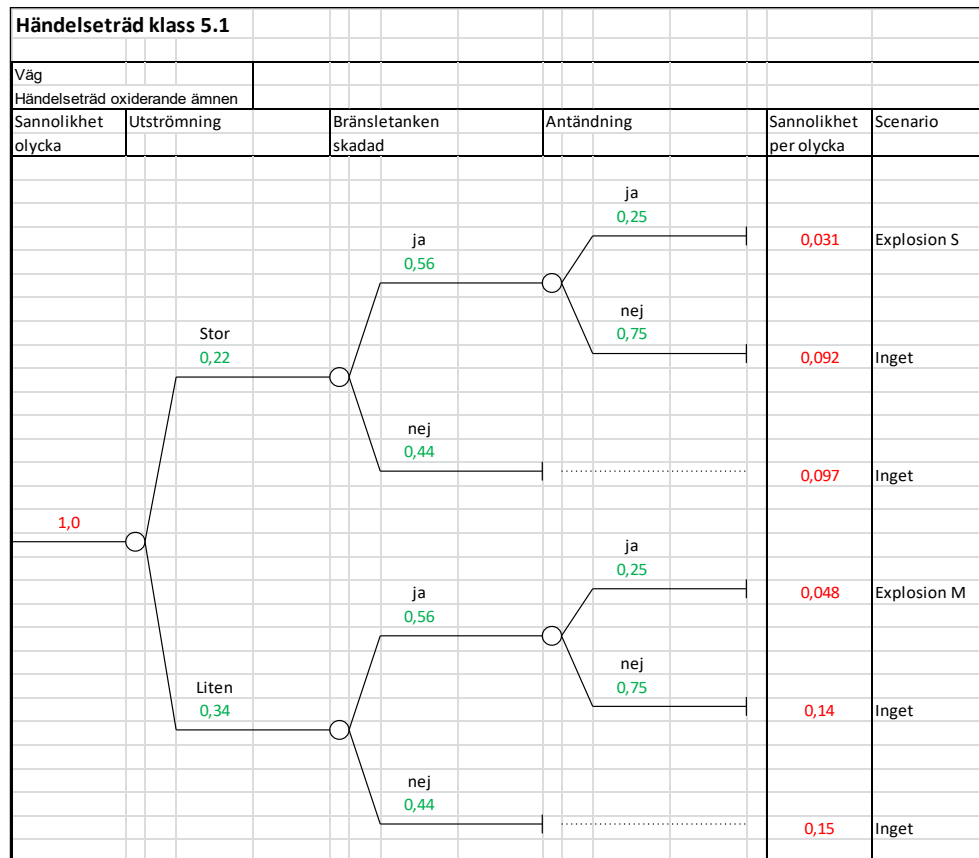
#### **Sannolikhet**

Sannolikheten för en olycka med dessa transporter per kilometer transportled framgår av *figur 3*.

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 15* nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



Figur 15 Händelseträd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion.

### Konsekvenser

Två scenarier finns beroende på storleken på utsläppet av det oxiderande ämnet. Storleken på utsläppet av den brandfarliga vätskan är av mindre vikt då en explosiv blandning endast kräver en mindre mängd brandfarlig vätska (ca 1 del brandfarlig vätska på 7 delar oxiderande ämne). Ett stort utsläpp av oxiderande ämnen ger scenario Explosion S, ett något mindre utsläpp ger scenario Explosion M.

Konsekvenserna av en stor explosion har antagits vara desamma som för en explosion av 16 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk är således desamma som i scenariot för klass 1.1.

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



### 3. Beräkningsresultat

I tabell 2a och 2b presenteras resultaten av riskberäkningarna för området som presenteras grafisk av den blå kurvan i figur 9 och 10 i rapporten.

Tabell 2a. Riskberäkningar för Planområdet i med markanvändning enligt scenario A Boende för äldre.

Sammanställning av beräkningsresultat dagtid								Riskutredning Tennistomten				2019-04-26	
Klass	F <sub>klass</sub> /år, km	Scenario	F <sub>scen</sub> /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				Om-komna	F <sub>scen</sub> /år
				längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>	längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>		
1.	1,5E-07	Massexlosion	8,0E-10	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	14	1,7E-10
2.1	1,5E-06	Jet	2,3E-07	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	0	2,5E-08
		Gasbrand M	1,9E-08	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	18	3,5E-09
		Gasbrand KT	1,2E-08	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,3E-09
		Gasbrand KL	5,3E-09	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	0	5,8E-10
		Gasexplosion M	1,2E-08	252	126	1,00	1,00	-	-	-	-	50	3,1E-09
		Gasexplosion KT	7,8E-09	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	0	8,6E-10
		Gasexplosion KL	3,5E-09	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,9E-10
		Bleve	1,2E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	0	1,4E-08
2.3	2,5E-08	Giftig gasmoln M	2,6E-09	70	35	0,10	1,00	120	60	0,03	0,30	0	2,9E-10
		Giftig gasmoln KT	1,6E-09	25	135	0,10	1,00	75	220	0,03	0,30	3	1,8E-10
		Giftig gasmoln KL	7,4E-10	135	13	0,10	1,00	220	38	0,03	0,30	0	9,9E-11
3.	4,2E-05	Stor pölbrand	8,2E-07	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	0	9,0E-08
		Liten pölbrand	3,3E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	0	3,6E-07
5.1	1,1E-06	Stor explosion	5,7E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	0	6,2E-10
		Liten explosion	2,3E-08	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	0	2,5E-09

Sammanställning av beräkningsresultat nattetid								Riskutredning Tennistomten				2019-04-26	
Klass	F <sub>klass</sub> /år, km	Scenario	F <sub>scen</sub> /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				Om-komna	F <sub>scen</sub> /år
				längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>	längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>		
1.	6,2E-08	Massexlosion	3,4E-10	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	14	7,3E-11
2.1	6,4E-07	Jet	9,9E-08	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	0	1,1E-08
		Gasbrand M	8,0E-09	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	24	1,5E-09
		Gasbrand KT	5,0E-09	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	0	5,5E-10
		Gasbrand KL	2,3E-09	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	0	2,5E-10
		Gasexplosion M	5,3E-09	252	126	1,00	1,00	-	-	-	-	68	1,3E-09
		Gasexplosion KT	3,3E-09	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,7E-10
		Gasexplosion KL	1,5E-09	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,7E-10
		Bleve	5,3E-08	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	0	5,9E-09
2.3	1,1E-08	Giftig gasmoln M	1,1E-09	70	35	0,10	1,00	120	60	0,03	0,30	0	1,2E-10
		Giftig gasmoln KT	7E-10	25	135	0,10	1,00	75	220	0,03	0,30	3	7,7E-11
		Giftig gasmoln KL	3,2E-10	135	13	0,10	1,00	220	38	0,03	0,30	0	4,3E-11
3.	1,8E-05	Stor pölbrand	3,5E-07	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,9E-08
		Liten pölbrand	1,4E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	0	1,5E-07
5.1	4,8E-07	Stor explosion	2,4E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	0	2,7E-10
		Liten explosion	9,7E-09	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	0	1,1E-09

Tabell 2b. Riskberäkningar för Planområdet med markanvändning enligt scenario B Förskola.

Sammanställning av beräkningsresultat dagtid												Riskutredning Tennistomten		2019-04-26
Klass	F <sub>klass</sub> /år, km	Scenario	F <sub>scen</sub> /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				Om-komna	F <sub>scen</sub> /år	
				längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>	längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>			
1.	1,5E-07	Massexlosion	8,0E-10	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	15	1,7E-10	
2.1	1,5E-06	Jet	2,3E-07	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	0	2,5E-08	
		Gasbrand M	1,9E-08	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	20	3,5E-09	
		Gasbrand KT	1,2E-08	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,3E-09	
		Gasbrand KL	5,3E-09	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	0	5,8E-10	
		Gasexplosion M	1,2E-08	252	126	1,00	1,00	-	-	-	-	58	3,1E-09	
		Gasexplosion KT	7,8E-09	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	0	8,6E-10	
		Gasexplosion KL	3,5E-09	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,9E-10	
		Bleve	1,2E-07	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	0	1,4E-08	
2.3	2,5E-08	Giftig gasmoln M	2,6E-09	70	35	0,10	1,00	120	60	0,03	0,30	0	2,9E-10	
		Giftig gasmoln KT	1,6E-09	25	135	0,10	1,00	75	220	0,03	0,30	6	1,8E-10	
		Giftig gasmoln KL	7,4E-10	135	13	0,10	1,00	220	38	0,03	0,30	0	9,9E-11	
3.	4,2E-05	Stor pölbrand	8,2E-07	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	0	9,0E-08	
		Liten pölbrand	3,3E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	0	3,6E-07	
5.1	1,1E-06	Stor explosion	5,7E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	0	6,2E-10	
		Liten explosion	2,3E-08	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	0	2,5E-09	

Sammanställning av beräkningsresultat nattetid												Riskutredning Tennistomten		2019-04-26
Klass	F <sub>klass</sub> /år, km	Scenario	F <sub>scen</sub> /år, km	Effektområde 1				Effektområde 2				Om-komna	F <sub>scen</sub> /år	
				längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>	längd	bredd	F <sub>omk. inne</sub>	F <sub>omk. ute</sub>			
1.	6,2E-08	Massexlosion	3,4E-10	212	105	0,17	1,00	-	-	-	-	0	7,3E-11	
2.1	6,4E-07	Jet	9,9E-08	45	74	1,00	1,00	66	80	0,00	0,07	0	1,1E-08	
		Gasbrand M	8,0E-09	185	93	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,5E-09	
		Gasbrand KT	5,0E-09	10	50	1,00	1,00	-	-	-	-	0	5,5E-10	
		Gasbrand KL	2,3E-09	50	5	1,00	1,00	-	-	-	-	0	2,5E-10	
		Gasexplosion M	5,3E-09	252	126	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,3E-09	
		Gasexplosion KT	3,3E-09	66	66	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,7E-10	
		Gasexplosion KL	1,5E-09	66	33	1,00	1,00	-	-	-	-	0	1,7E-10	
		Bleve	5,3E-08	80	40	1,00	1,00	110	55	0,00	0,07	0	5,9E-09	
2.3	1,1E-08	Giftig gasmoln M	1,1E-09	70	35	0,10	1,00	120	60	0,03	0,30	0	1,2E-10	
		Giftig gasmoln KT	7E-10	25	135	0,10	1,00	75	220	0,03	0,30	0	7,7E-11	
		Giftig gasmoln KL	3,2E-10	135	13	0,10	1,00	220	38	0,03	0,30	0	4,3E-11	
3.	1,8E-05	Stor pölbrand	3,5E-07	48	24	1,00	1,00	-	-	-	-	0	3,9E-08	
		Liten pölbrand	1,4E-06	25	13	1,00	1,00	33	17	0,00	0,04	0	1,5E-07	
5.1	4,8E-07	Stor explosion	2,4E-09	0	72	0,17	1,00	-	-	-	-	0	2,7E-10	
		Liten explosion	9,7E-09	0	57	0,17	1,00	-	-	-	-	0	1,1E-09	

## 4. 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 in a quantitative risk analysis for the road transport of 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
- NFPA 2010 National Fire Protection Association, US Vehicle Fire Trends and Patterns, June 2010
- PGS2 2005 Methods for the calculation of Physical Effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases), Dutch Organization for Applied Scientific Research under supervision of the Committee for the Prevention of Disasters, 2005.
- PGS3 2005 Guidelines for quantitative risk assessment, Dutch Organization for Applied Scientific Research under supervision of the Advisory Council in Dangerous Substances, 2005
- 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 luftstötståg, 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