

# Riskutredning Vrå 1:11, 1:35, 1:110, 1:111 och 1:112



Uppdragsnr: 106 18 24 Version: 1.1  
2020-05-14

**Uppdragsgivare:** Sparring Fastighetsplanering AB  
**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Stefan Sparring  
**Konsult:** Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg  
**Uppdragsledare:** Johan Hultman  
**Handläggare:** Robert Kallin

1.1	2020-05-14	Ändrat fastighetsbeteckningar	Robert Kallin	Herman Heijmans	Johan Hultman
Slutversion	2019-08-30		Robert Kallin	Herman Heijmans	Johan Hultman
Externgranskning	2019-08-22		Robert Kallin	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

Denna riskutredning för transporter av farligt gods har tagits fram för att utreda risksituationen avseende detaljplan för Vrå 1:11, 1:35, 1:110, 1:111, och 1:112. Planområdet är beläget i Alsike strax nordväst om Knivsta med Ostkustbanan strax väster om området. Ostkustbanan är en transportled för farligt gods och ligger inom 150 meter från planområdet vilket enligt Länsstyrelsens riskpolicy (Lst 2006) innebär att riskfrågor skall beaktas vid fysisk planering.

Detaljplanen syftar till att pröva områdets bostadsändamål. Enligt uppgifter från beställare kommer troligen cirka 170 lägenheter i flerbostadshus samt cirka 70 lägenheter i småhus byggas. Transporterade mängder farligt gods på Ostkustbanan har baserats på uppgifter från två olika källor, dels från Trafikverket och dessutom från brandkåren Attunda. På järnvägen transporteras farligt gods från alla klasser av farligt gods men brandfarliga vätskor (bensin, flygbränsle mm) är den klass där det transporteras flest vagnar per år. I riskanalysen räknades transporterna av farligt gods upp till år 2040.

Riskutredningen behandlade förutom ett utgångsscenario även osäkerhetsanalyser på faktorerna transporterade mängder farligt gods och antal personer, skydd från nuvarande bullerskydd samt Ostkustbanans framtida placering.

Resultat från riskanalysen visar att individrisken är på en acceptabel nivå från ca 15 meter från järnvägen. Osäkerhetsanalysen visar att detta avstånd inte ändras nämnvärt även om transporterade mängder farligt gods och antal personer i området höjs eller om skyddet från det nuvarande bullerskyddet tas bort. Däremot kommer avståndet flyttas 10 meter närmare planområdet om antalet spår på Ostkustbanan utökas till 4. Men eftersom planområdet som närmast ligger 70 meter från Ostkustbanan ges acceptabla individrisknivåer även om Ostkustbanan expanderas.

Samhällsrisken ligger på en nivå där rimliga skyddsåtgärder ska införas innan risknivån kan godtas. Sammanfattningsvis föreslås följande åtgärder:

- Att bebyggelse inom 165 meter från Ostkustbanan inte enbart kan utrymmas i riktning mot järnvägen.
- Att friskluftsintag på bebyggelse inom 150 meter är placerad i högt läge och/eller vänd bort från järnvägen.

Efter genomförda åtgärder bedöms risknivån vara godtagbar utifrån de tillämpade riskkriterierna.

## 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
3.3	Riskhantering	13
<b>4</b>	<b>Platsspecifika förutsättningar</b>	<b>15</b>
4.1	Området	15
4.2	Antal personer närvarande i utredningsområdet	16
4.3	Ostkustbanan	17
4.4	Effekten av nivåskillnad och bullerskärm	20
<b>5</b>	<b>Beräkningsresultat risker transporter av farligt gods</b>	<b>22</b>
5.1	Individrisk	22
5.2	Samhällsrisk	23
5.3	Osäkerhetsanalys	23
<b>6</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Referenser</b>	<b>27</b>
	<b>Bilaga 1 Beräkning av risker transporter av farligt gods på järnväg</b>	

# 1 Inledning

Norconsult AB har fått i uppdrag av Sparring fastighetsplanering AB att utreda risksituationen avseende detaljplanen för Vrå 1:11, 1:35, 1:110, 1:111 och 1:112. Detaljplanen syftar till att pröva området bostadsändamål. Planområdet är beläget i Alsike strax nordväst om Knivsta i Knivsta kommun, se *figur 1*. Väster om planområdet går Ostkustbanan som är transportled för farligt gods. Ostkustbanan ligger inom 150 meter från planområdet vilket enligt Länsstyrelsens riskpolicy (Lst 2006) innebär att riskfrågor skall beaktas vid fysisk planering. E4 som är utpekad som primär transportled för farligt gods ligger på ett avstånd på över 1,5 kilometer från planområdet. E4:ans påverkan på riskbilden för planområdet bedöms vara minimal och behandlas således inte vidare i denna rapport.



Figur 1. Detaljplanens lokalisering markerad med röd ring (Lantmäteriet 2019).

## 2 Risker med transporter av farligt gods

### 2.1 Typer av farligt gods

Enligt internationella bestämmelser (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 beskriv mera 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 på 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

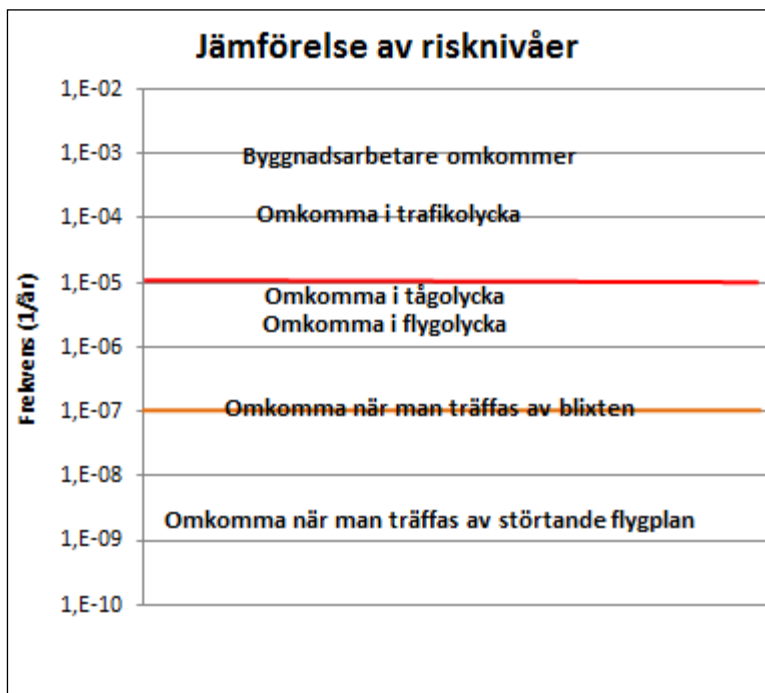
### 3.1 Vad är risker?

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 eller 1, E-6).

Ett kvantitativt mått som beskriver konsekvenserna av stora olyckor är antalet personer som omkommer vid olyckan. Antalet skadade personer och de materiella skadorna antas vara proportionerligt till antalet omkomna. Detta mått används även vid riskutredningar för transport av farligt gods.

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 skiljer man 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 24 timmar per dygn 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, exempelvis lagerlokal med få människor eller parkeringsplatser.

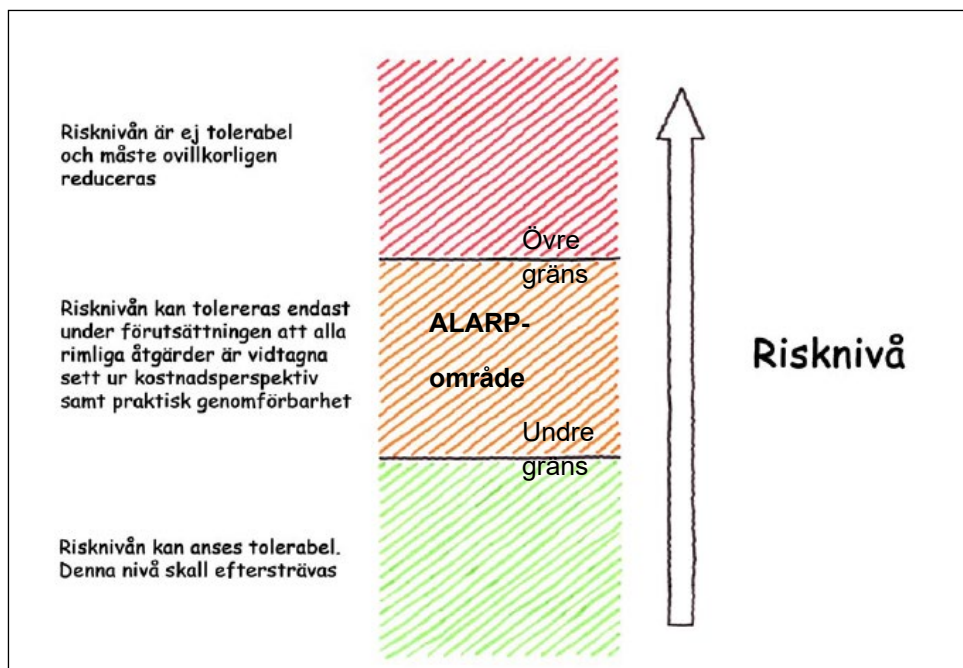
Samhällsrisk är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet men även på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 m från en 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 Länsstyrelsen

#### 3.2.1.1 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).

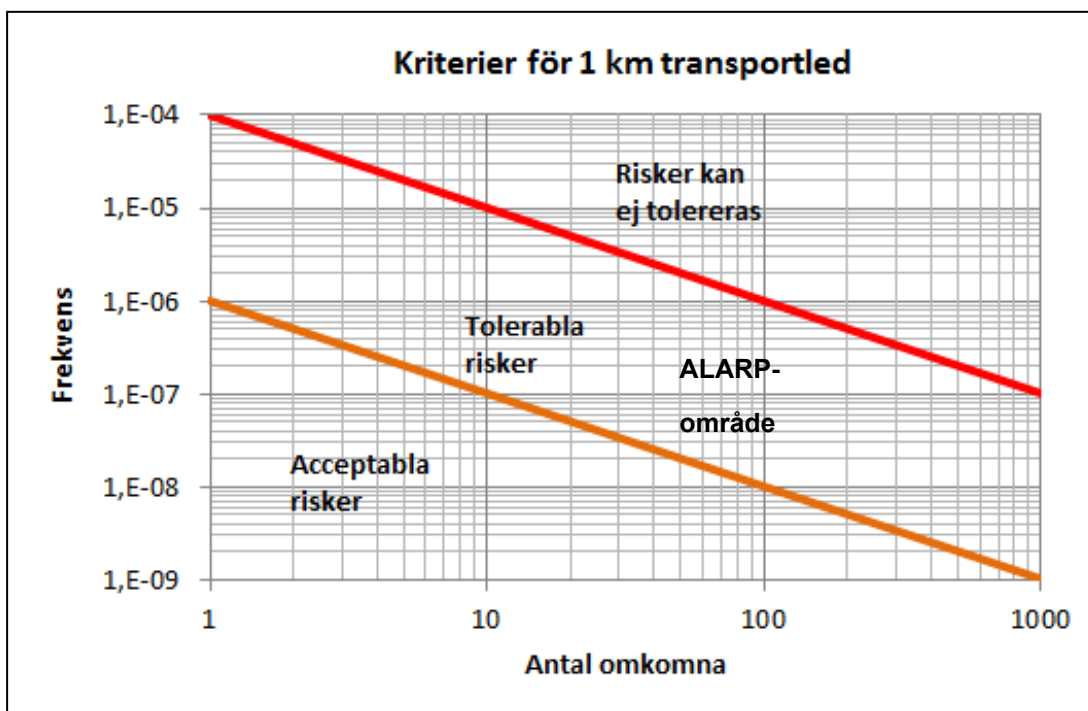
För individrisken ligger den övre gränsen på  $1 \times 10^{-5}$  per år och den undre på  $1 \times 10^{-7}$  per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om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

### 3.2.1.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

Även för samhällsrisk finns det kriterier i Räddningsverkets rapport (SRV 1997). Kriterierna utgår från samhällsriskenivåer för ett område på båda sidor om en sträcka av 1 km längs transportleden för farligt gods, se *figur 4*.

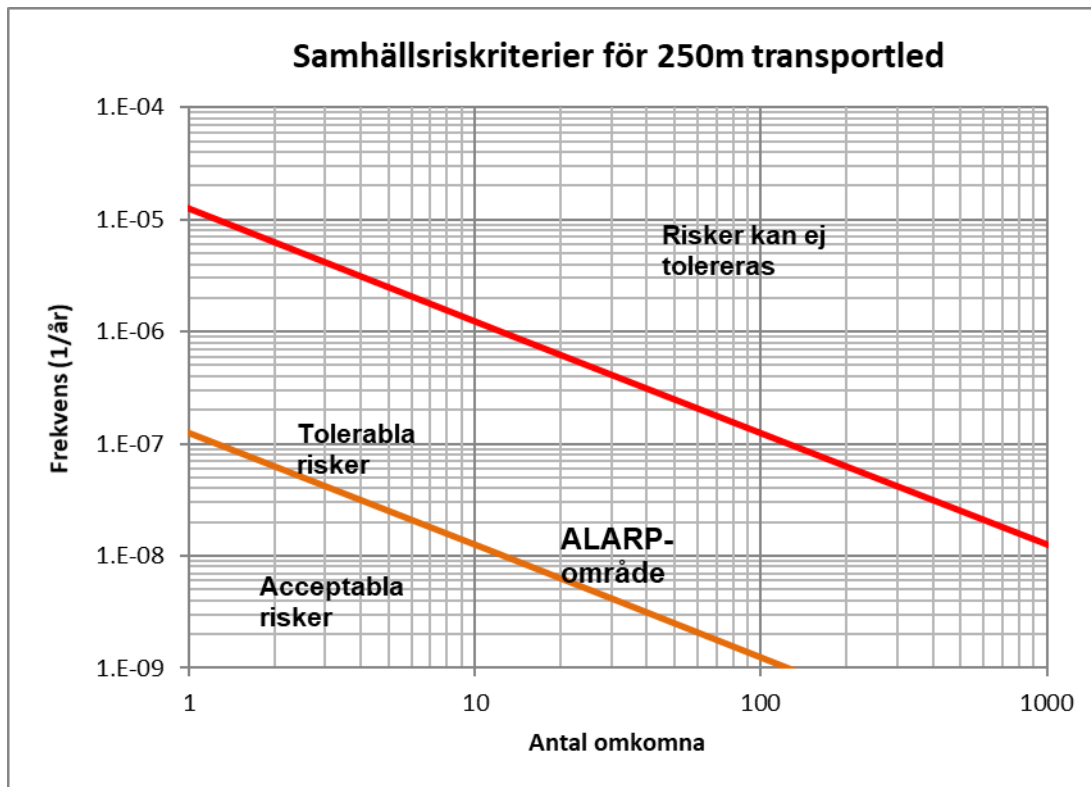


Figur 4. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i *figur 4* 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 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. I detta fall blir kriterierna cirka en faktor 10 lägre, omräknade kriterier visas i *figur 5*. Planområdets längd utmed leden är cirka 250 meter.



Figur 5. Riskkriterier omräknade till 250 meter enkelsidig bebyggelse.

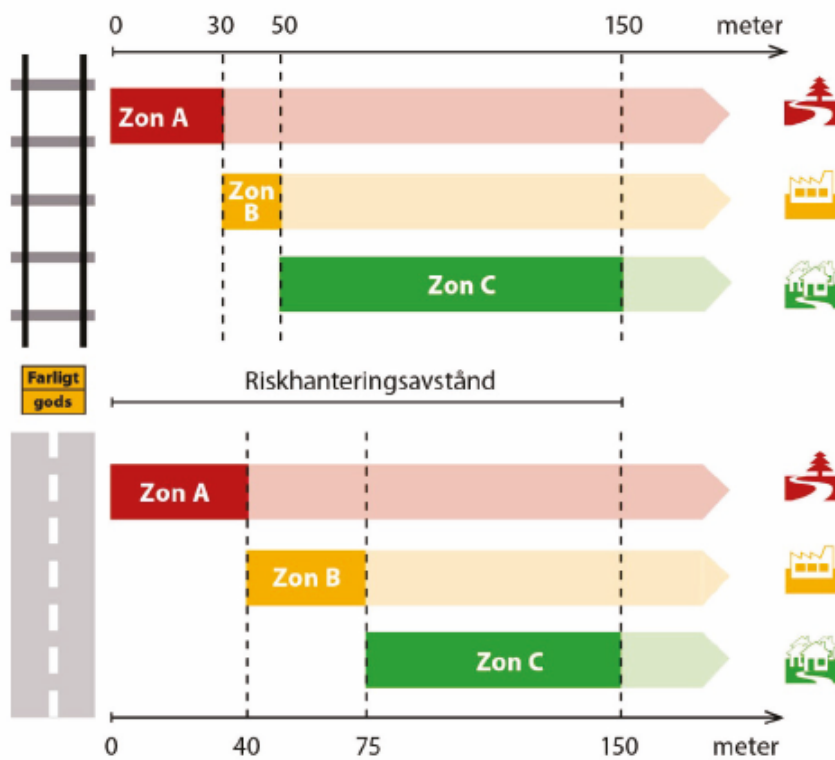
### 3.2.2 Länsstyrelsen i Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholms län har tagit fram ett separat dokument "Riktlinjer för planläggning intill vägar där det transporteras farligt gods" (Lst Stockholms län 2016). Syftet med dessa riktlinjer är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor som relateras till farligt gods i planprocessen. Dessa riktlinjer tydliggör även hur länsstyrelsen i Stockholms län bedömer risker vid granskning av detalj- och översiktsplaner.

Länsstyrelsen i Stockholms län anser att riskerna ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meter från väg och järnväg där det transporteras farligt gods. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna beskrivs de skyddsavstånd som Länsstyrelsen rekommenderar för att uppnå en god samhällsplanering utifrån ett riskperspektiv. I de fall där det inte är möjligt att uppnå det rekommenderade skyddsavståndet anges även det skyddsavstånd och de åtgärder som Länsstyrelsen anser vara ett minimum för att uppfylla kraven i plan- och bygglagen.

I figur 6 anges de rekommenderade skyddsavstånd som länsstyrelsen i Stockholms län förespråkar mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning (Lst Stockholms län 2016). Om dessa avstånd är uppnådda så behöver det vanligtvis inte tas fram någon riskutredning. Då räcker det oftast att beskriva avståndet till transportleden för att Länsstyrelsen ska anse att riskerna har blivit beaktade.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 6. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning (Lst Stockholms län 2016).

Vidare så beskriver Länsstyrelsen i Stockholms län i sina riktlinjer att kommunen kan behöva ta fram en detaljerad riskutredning om inte rekommenderade skyddsavstånd klaras. Utredningen får visa om förslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs utöver Länsstyrelsens rekommendationer.

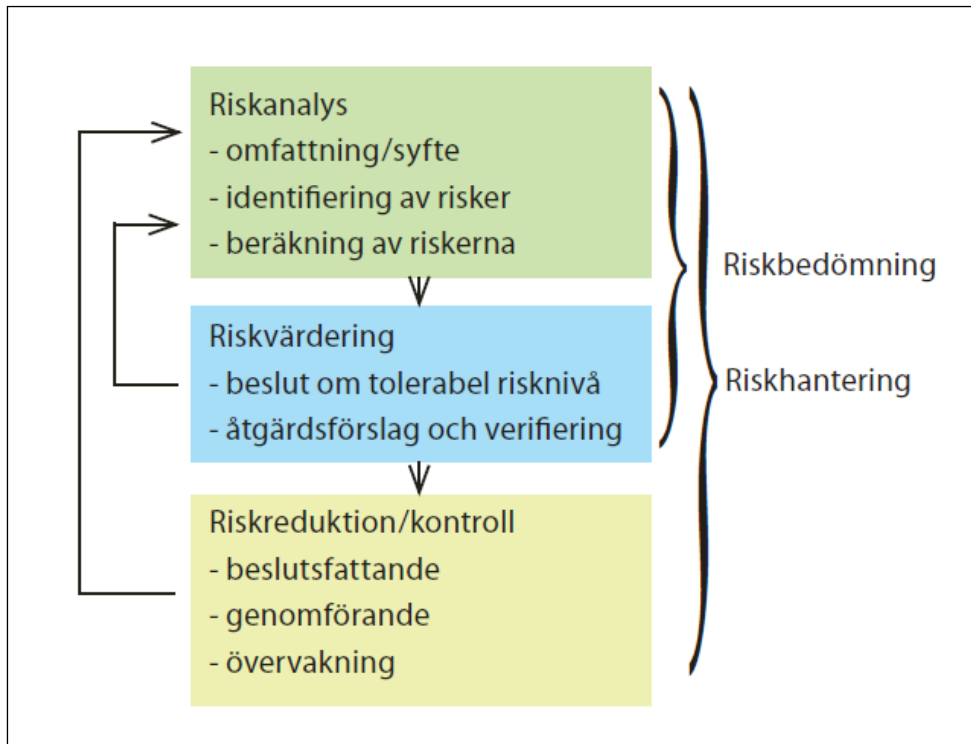
Länsstyrelsen i Stockholms län anger även bebyggelsefria skyddsavstånd i sina riktlinjer. Här anges att det ska vara ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter intill järnväg, mätt från närmaste spårmit.

### 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 befästas på annat sätt, till exempel genom avtal. Exempel på sådana åtgärder kan vara vägräcken eller urspårningsräler som måste avtalas med berörd väghållare.

Riskhanteringsprocessen kan delas upp i tre delar; riskanalys, riskvärdering och riskreduktion/kontroll, se *figur 7* (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 7. 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

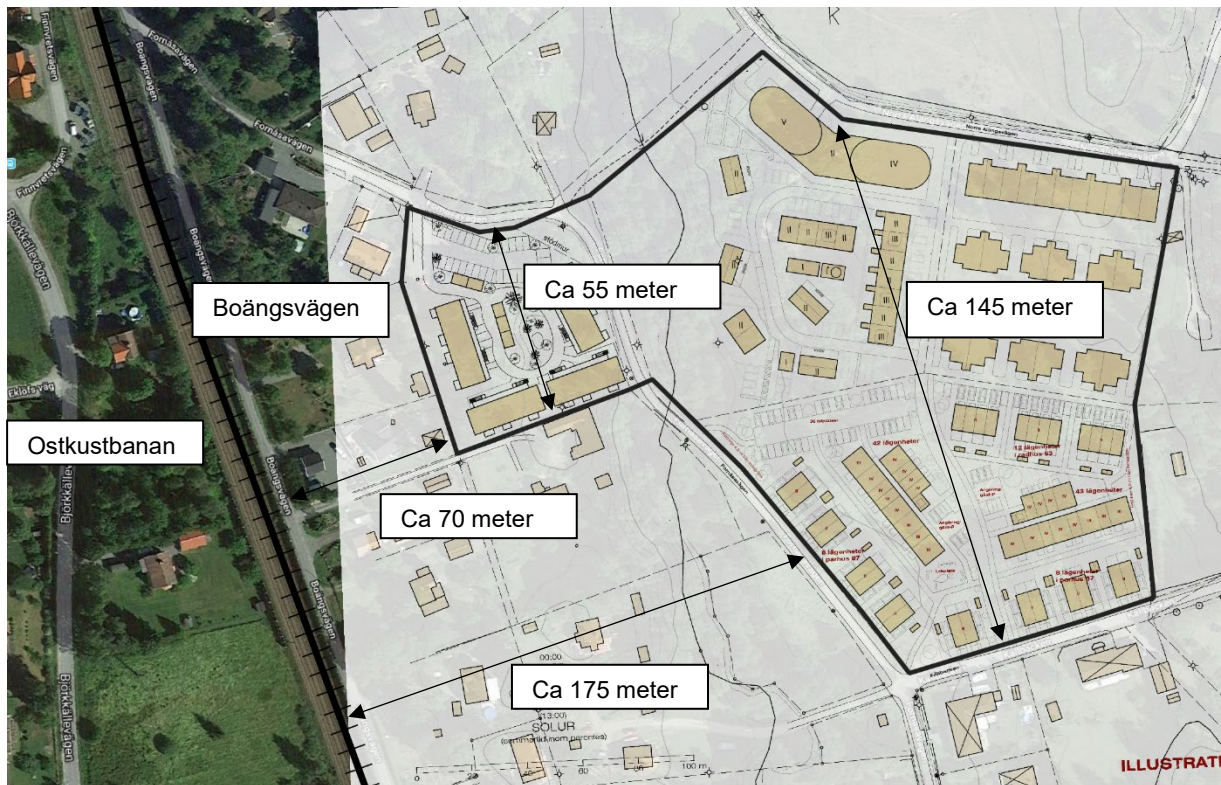
ALARP-området är området i riskkriterierna där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare. ALARP betyder As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån skall göras så lågt som är praktiskt möjligt när riskerna hamnar i detta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

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

## 4 Plats specifika förutsättningar

### 4.1 Området

I figur 8 visas aktuellt planområde med ungefärliga avstånd från Ostkustbana och storlek på planområdet.



Figur 8. Planområdets ungefärliga storlek samt avstånd till Ostkustbanan

Ostkustbanan ligger utefter planområdet cirka 1,5 meter lägre än Boängsvägen som löper parallellt med planområdet. Längs med järnvägen finns även cirka 1,5 meter höga bullerskärmar, se figur 9. Bullerskärmarna och nivåkillnaderna bedöms minska konsekvenserna av vissa olyckor enligt avsnitt 4.4.



Figur 9. Bullerskärm mellan Boängsvägen och Ostkustbanan.

På grund av områdets utformning samt för att beakta nuvarande bebyggelse mellan planområdet och Ostkustbanan så delades det studerade området in i fem delar. Indelningen baseras på befintlig/ny bebyggelse, avstånd till Ostkustbanan samt om området är inne/ute, indelningen tillsammans med antal personer i områdena kan ses i *figur 10* i nästa avsnitt.

Enligt statistik över urspåringsolyckor i Sverige (Banverket 2001) förväntas vagnar inte spåra ut mer än 30 meter från spårmittpunkt, se *tabell 2*. Eftersom den framtida bebyggelsens närmaste avstånd till Ostkustbanan är cirka 70 meter så beaktas ej urspåringsrisken vidare i riskbedömningen.

Tabell 2. Sannolikhet att någon del av tåget hamnar utanför spåret (Banverket 2001).

Avstånd från spår	0 - 1 m	1 - 5 m	5 - 15 m	15 - 25 m	> 25 m
Persontåg	78%	18%	2%	2%	0%
Godståg	70%	20%	5%	2%	2%

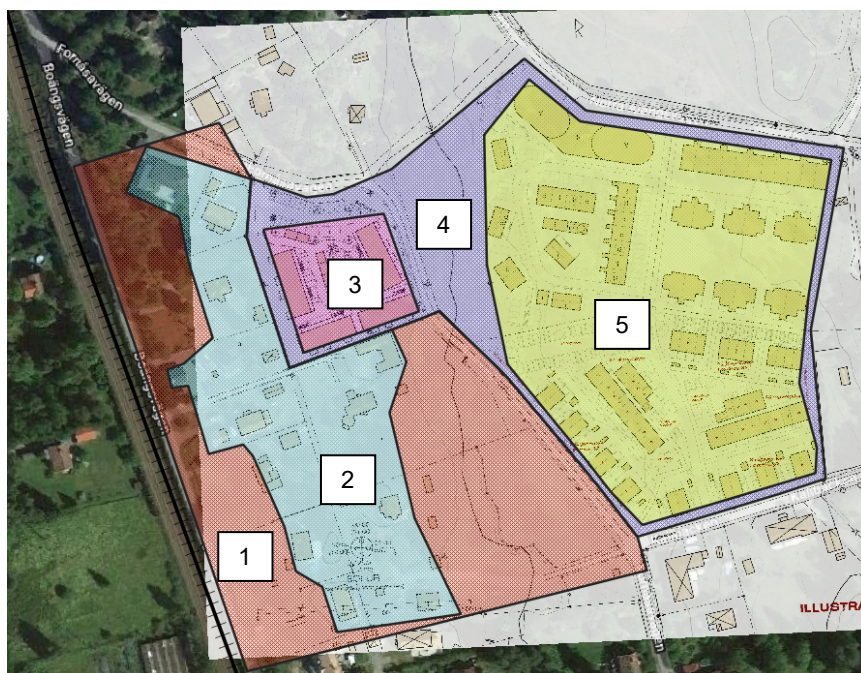
## 4.2 Antal personer närvarande i utredningsområdet

I beräkningarna av området med nuvarande bebyggelse, område 1 och 2 i *figur 10*, användes statistik från SCB (2019) över antal personer per hushåll i Knivsta kommun som för småhus mellan åren 2011–2018 var cirka 3 personer per hushåll. Antalet hushåll i området är 12 vilket ger en total



befolkning på 36 personer i befintlig bebyggelse. Antalet personer i planområdet, område 3-5 i *figur 10*, har tagits fram utifrån föreslagen skiss på detaljplaneområdet i *figur 8* samt genom mailkonversation med Dynesies (2019).

På natten bedöms alla boenden i området vara närvarande. På dagtid antas hälften av dessa vara närvarande. Av dagbefolkningen antas ca 7 % befinna sig utomhus och 93 % inomhus. Av kvälls/nattbefolkningen antas ca 1 % vara utomhus och cirka 99 % inomhus. En sammanställning över antalet personer dag- och nattid uppdelat utefter indelningen i *figur 10* kan ses i *tabell 3*.



*Figur 10. Uppdelning av området, förklarande text samt antal personer finns i tabell 3.*

*Tabell 3. Antal personer dag- och nattid uppdelat utefter indelningen i figur 10.*

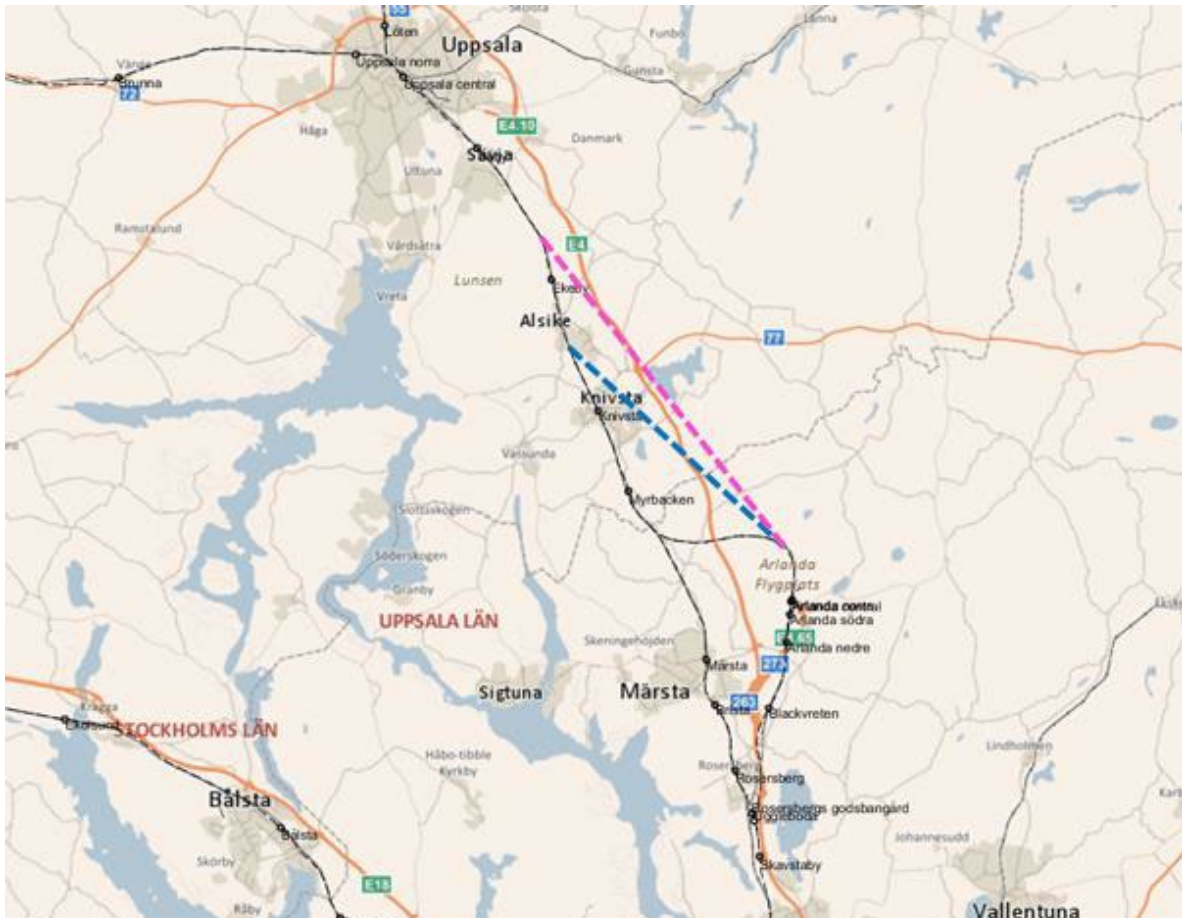
Område	Förklaring	Antal personer i området dagtid	Antal personer i området nattid
1	Befintlig bebyggelse ute	1	1
2	Befintlig bebyggelse inne	17	36
3	Ny bebyggelse inne, närmast Ostkustbanan	26	55
4	Ny bebyggelse ute	19	5
5	Ny bebyggelse inne, längst från Ostkustbanan	237	473

## 4.3 Ostkustbanan

### 4.3.1 Järnvägens framtida läge

En utbyggnad av Ostkustbanan med ytterligare 2 spår mellan Myrbacken och Uppsala C finns med i Nationell plan för transportsystemet 2018-2029 (Trafikverket 2017), som fastställdes av regeringen 2018-05-31. I nuläget utreds framtida sträckning av de två tillkommande spåren i en åtgärdsvalsstudie

där det dels studeras att dra spåren i anslutning till befintlig Ostkustbana alternativt två nya sträckningar enligt figur 11.



Figur 11. Arlanda/Myrbacken-Uppsala etappvis utbyggnad i befintlig korridor samt alternativa sträckningar mot Arlanda (blå och rosa) (Trafikverket 2017:1).

I tidigare riskutredningar som genomförts på Ostkustbanan (Norconsult 2014 och 2015) har det antagits att de två nya spåren vid anläggning i befintlig sträckning kan komma högst 10 meter närmare bebyggelse såväl öster som väster om järnvägen. Samma antaganden görs i denna analys. Konsekvenserna av detta diskuteras i osäkerhetsanalysen i *avsnitt 5.3*.

#### 4.3.2 Transporterade mängder

Transporterade mängder farligt gods på Ostkustbanan har baserats på uppgifter från två olika källor. För klass 3 användes medelvärdet av transporterade mängder på Ostkustbanan mellan år 2013 och 2018 som har erhållits från Trafikverket (2019:1). För övriga klasser har uppgifter från brandkåren Attunda (2011) används. Att uppgifter från Attunda (2011) har använts för övriga klasser beror på att dessa överskrider uppgifterna från Trafikverket (2019:1) och således ger en mer konservativ riskbedömning.

Enligt Trafikverkets basprognos (Trafikverket 2016) förväntas godstrafiken på Ostkustbanan öka med 51 % mellan 2014 och 2040. I denna riskanalys utgår från en fördubbling av antalet transporter med farligt gods fram till 2040. Detta är samma antagande som i tidigare utredning för angränsande område. Antagandet är troligen en överskattning av det faktiska antalet transporter som kommer att genomföras 2040 men görs för att skapa en robust lösning där risknivåerna inte underskattas. Sammantaget så antas följande mängder farligt gods transporteras förbi planområdet i framtiden, se *tabell 4*

Tabell 4. Framtida transport av farligt gods på Ostkustbanan år 2040.

Klass	Framtida transporter, antal vagnar/år
1 Explosiva ämnen	110
2 Brandfarliga och giftiga gaser	150
3 Brandfarliga vätskor	39 700
4 Brandfarliga fasta ämnen	50
5 Oxiderande ämnen	1 510
6 Giftiga ämnen mm	40
8 Frätande ämnen	160
9 Övriga farliga ämnen	60
<b>Totalt</b>	<b>41 780</b>

De olika klasser med farligt gods innehåller ämnen med varierande farlighetsgrad och för att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp på ett annat sätt. Ämnena i klass 1, 2, 3 och 5, har därför delats upp ytterligare.

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

I klass 2 skiljer man mellan brandfarliga gaser (som gasol), giftiga gaser (klor, ammoniak m.fl.) och övriga – mindre farliga gaser. Enligt uppgifter från MSB transporteras i dagsläget enbart brandfarliga gaser på sträckan (SRV 2007). För att inte underskatta riskbilden antas dock att 5 % av de transporterade ämnena i klass 2 är giftiga gaser. Resten, 95 %, antas vara brandfarliga gaser.

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 massexplosion. De uppskattas stå för högst en tredjedel av den totala mängden.

Detta ger följande antal transporter i de kategorier som bedöms innebära risker för planområdet, se tabell 5.

Tabell 5. Farligt gods som medför betydande risker för planområdet

Ämnesgrupp	Antal vagnar per år
Massexplosiva sprängämnen (TNT mm)	11
Brandfarliga gaser (gasol mm)	143
Giftiga gaser (ammoniak mm)	7
Brandfarliga vätskor (bensin, flygbränsle mm)	29 775
Oxiderande ämnen med explosionsrisk (ammoniumnitrat mm)	503

### 4.3.3 Sannolikhet för olyckor och olyckskonsekvenser

Enligt nationell järnvägsdatabas (Trafikverket 2019:2) är högsta tillåtna hastighet för tåg på sträckan 160 km/h. Det finns inga plankorsningar eller växlar i nära anslutning till det utredda området. Sannolikheten för olyckor på den aktuella sträckan av Ostkustbanan har beräknats med Trafikverkets beräkningsmodell (Banverket 2001) till  $8,8 \times 10^{-8}$  per vagnkilometer och år. Indata till beräkningarna redovisas i *bilaga 1*.

## 4.4 Effekten av nivåskillnad och bullerskärm

I *avsnitt 4.1* beskrivs att Ostkustbanan ligger lägre än bebyggelsen och att det finns en befintlig bullerskärm utmed järnvägen förbi utredningsområdet. Nivåskillnaden och skärmen fungerar till viss del som ett skydd mot vissa typer av farligt godsolyckor. För att ta med denna skyddande effekt så görs ett antal anpassningar till beräkningsmodellens effektområden (de områden där människor påverkas av en eventuell olycka med farligt gods) för ett antal scenarion som presenteras i efterföljande text.

### 4.4.1 Scenario jetflamma

I detta scenario uppstår ett hål på tanken med komprimerad brandfarlig gas. Gasen sprutar ut och antänds vilket leder till en låga som sträcker sig från olycksplatsen in mot området. Inom ett visst område förväntas alla personer såväl inomhus som utomhus omkomma. Utomhus på grund av att människor hamnar i eller nära lågan, inomhus då byggnaden fattar eld och brinner ner.

Skärmen förväntas inte ge ett långvarigt skydd mot en jetflamma då den inte bedöms vara i ett brandklassat material minst EI 30. Därför anpassas ej detta scenariot i beräkningarna.

### 4.4.2 Scenario gasmolnsexplosion

Att skyddsobjektet (bebyggelsen) delvis ligger bakom en skärm kan även ha gynnsamma effekter på scenarion gasmolnsexplosion. Den resulterande lasteffekten från en gasmolnsexplosion i en given punkt kommer att variera beroende på hur stötvågens utbredningsmöjlighet ser ut (MSB 2009). Om stötvågens väg mellan punkt A och B hindras av exempelvis mellanliggande bergskärning, skärm eller vall så blir dels stötvågens väg längre och dels inträffar diffraktion som leder till försvagning av stötvågen. Nuvarande skärm bedöms dock inte ge något större skydd mot att stötvågen tar sig mot bebyggelsen.

### 4.4.3 Scenario gasmolnsbrand och spridning av giftiga gaser

Giftiga och brandfarliga gaser är tyngre än luft och vid utsläpp bildas moln som rör sig över markytan med vinden och vars tjocklek kan uppgå till några meter. Molnens beteende kommer att påverkas av den 3 meter höga skärmen längs järnvägen. I olyckans första skede stoppas gasens transport mot planområdet av skärmen, molnet breder ut sig åt sidan istället. När molnet har nått en viss höjd så börjar det föras över skärmen av vinden, molnet är då mer utsträckt längs vägen än det skulle varit utan skärm. Molnet förs in mot området men är mera utsträckt längs vägen och mindre utsträckt in mot området. För de beräkningar som presenteras här har detta omsatts i följande antaganden:

- Molnets totala yta har antagits vara konstant för att spegla att gasmängden i molnet inte ändras sig på grund av skärmen.
- Vid scenarier med kontinuerliga utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden fördubblats och in mot planområdet har den halverats.

- Vid scenarier med momentana utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden multiplicerats med 1,5 och in mot planområdet har den delats med 1,5.

Antaganden baseras på CFD-beräkningar som genomförts för en liknande situation i ett tidigare projekt (Norconsult 2010).

Frågan om bullerskärmens skyddsverkan behandlas även i osäkerhetsanalysen där en mindre skyddsverkan antas i en beräkning.

#### 4.4.4 Pölbrand

En nivåskillnad innebär att brandfarliga vätskor kvarhålls i vägområdet och inte kan sprida sig in mot planområdet. Vid bedömning av skärmens och nivåskillnadens skyddseffekt för scenariot pölbrand är även flamhöjden intressant. Flamhöjden är till stor del beroende på hur stort utsläppet av brandfarlig vätska blir samt förbränningshastigheten på utsläppt brandfarlig vätska. Skärmen och nivåskillnaden ger även ett visst skydd mot värmestrålning från en pölbrand även om flamhöjden kan variera från ett fåtal meter till ett par tiotals meter. Nivåskillnaden och skärmen bedöms skydda personer inomhus och utomhus vid tillkommande bostäder vid små utsläpp men inte vid större utsläpp.

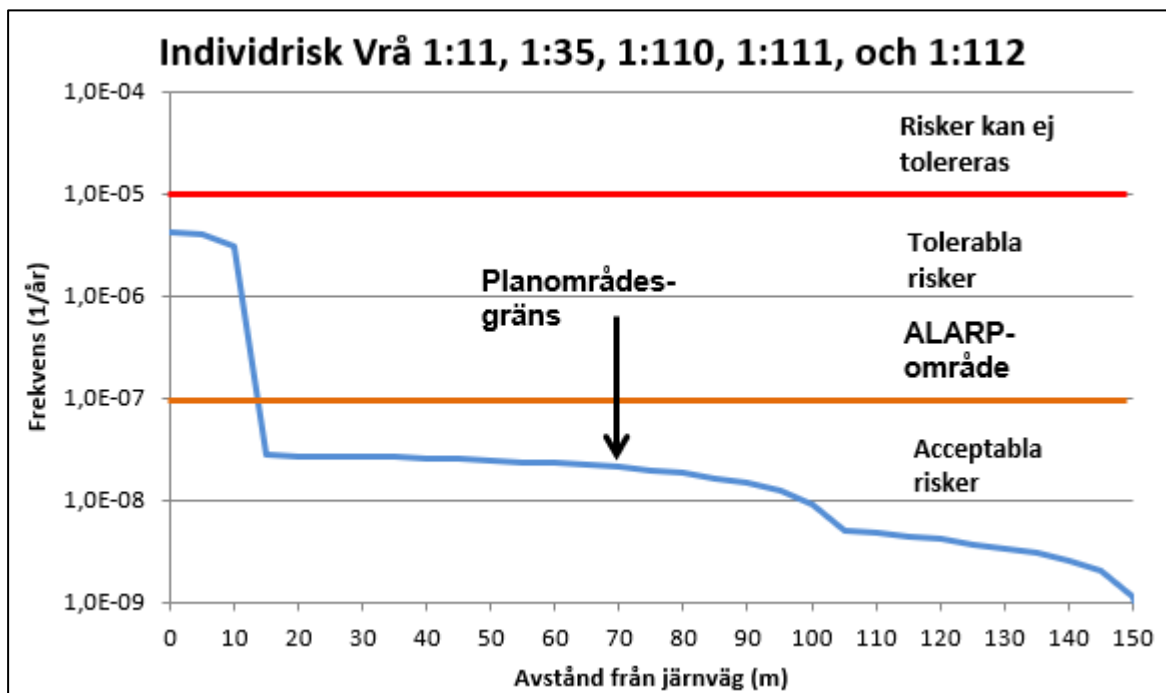
## 5 Beräkningsresultat risker transporter av farligt gods

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individrisk samt samhällsrisk utan skyddsåtgärder för transporter av farlig gods på Ostkustbanan. 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 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 12* visas individrisken i planområdet vid Ostkustbanan.



Figur 12. Individrisken från transporter av farligt gods på Ostkustbanan vid planområdet.

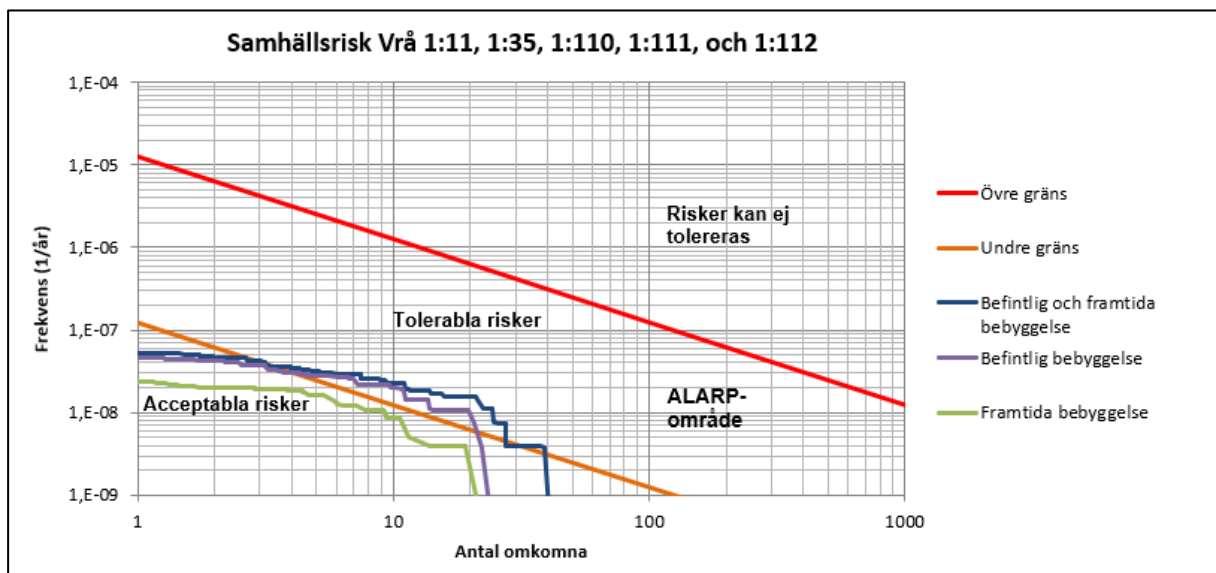
Individrisken vid planområdet bedöms vara acceptabel vid cirka 15 meter från Ostkustbanan. Detta kan visualiseras på kartan som i *figur 13*.



Figur 13. Visualisering av individrisken från transporter av farligt gods på Ostkustbanan vid planområdet.

## 5.2 Samhällsrisk

I figur 14 visas samhällsrisken i utredningsområdet vid Ostkustbanan. Figuren visar både samhällsrisken för den befintliga och framtida bebyggelsen var för sig samt den totala samhällsrisken för befintlig och framtida bebyggelse.



Figur 14. Samhällsrisken från transporter av farligt gods på Ostkustbanan för det planerade området.

## 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. I den här riskanalysen har framförallt tre osäkra faktorer identifierats: en osäkerhet kring transporterade mängder och befolkning, en beträffande skydd från bullerskärm och nivåskillnad samt en om framtida placering av järnväg. Osäkerhetsanalysen är därför

indelad i tre analyser som berör vart och ett av de osäkra faktorerna, resultaten av osäkerhetsanalyserna presenteras i figur 15 och 16.

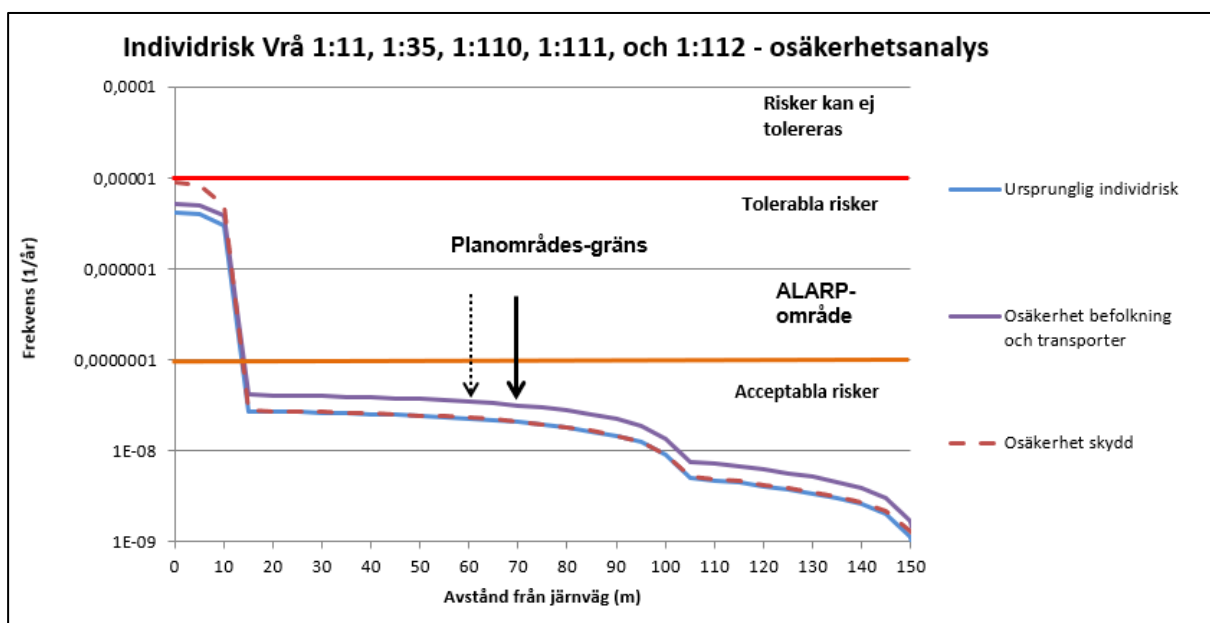
Osäkerheten kring transporterade mängder och befolkning beaktas genom en ökning av 25 % av både transportererna av farligt gods förbi planområdet och antalet personer som vistas i området.

Osäkerheten kring hur bra skydd nivåskillnaden och bullerskärmen ger till bebyggelsen studeras genom att ta bort de antagna skyddsåtgärderna beskrivna i avsnitt 4.4.

Den tredje osäkra faktorn om den framtida placeringen av järnväg beaktas genom att flytta järnvägen 10 meter närmare planområdet i enlighet med vad som beskrivs i avsnitt 4.3.

### 5.3.1 Individrisk

Figur 15 visar att individrisken vid en osäkerhetsanalys är acceptabel på ett avstånd av cirka 15 meter från Ostkustbanan.



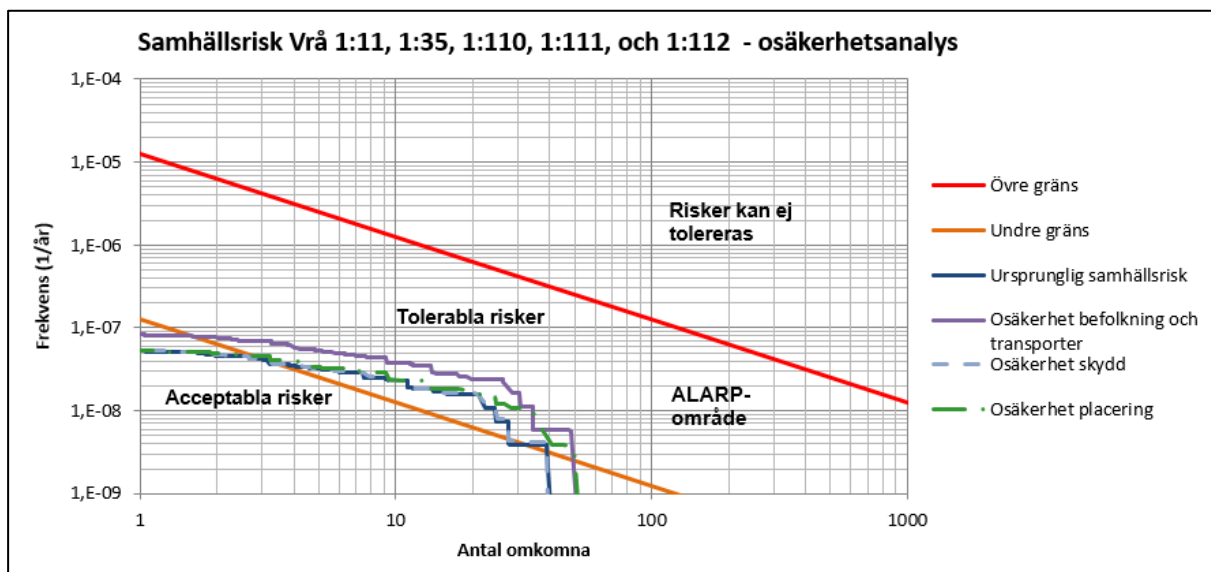
Figur 15. Osäkerhetsanalys för individrisken. Individrisken för osäkerhetsanalysen med framtida placering av järnväg kommer vara samma som den ursprungliga individrisken men att planområdesgränsen flyttas 10m närmare järnvägen (prickad pil).

Figur 15 visar att avståndet till acceptabla individrisker enbart påverkas av den framtida placeringen av järnvägen. I detta fall kommer avståndet flyttas 10 meter närmare planområdet. Men oavsett så ligger planområdesgränsen på ett avstånd som ger acceptabla risknivåer.

### 5.3.2 Samhällsrisk

Figur 16 visar samhällsrisken vid de tre olika osäkerhetsanalyserna.





Figur 16. Osäkerhetsanalys för samhällsrisiken

Figur 16 visar att samhällsrisiken ligger i ALARP-området för alla osäkra faktorer vilket får konsekvensen att rimliga åtgärder för att minska risken ska vidtas.

## 6 Diskussion och slutsatser

Beräkningarna av individrisknivåer till följd av transporter av farligt gods visar på att individrisken är acceptabel vid ett avstånd av cirka 15 meter från närmaste räls på Ostkustbanan.

Osäkerhetsanalysen visar att avståndet till acceptabel nivå är relativt konstant även om transporterade mängder, antal personer och skydd från bullerplank ändras. Om däremot Ostkustbanan expanderas kommer den acceptabla nivån vara 25 meter från nuvarande spår. Oavsett så ligger den framtida bebyggelsen som närmast 70 meter från nuvarande spår vilket ger acceptabla individrisknivåer även om Ostkustbanan expanderas.

Samhällsrisken ligger till viss del inom ALARP-området, se *figur 14*. Inom detta område ska rimliga åtgärder genomföras för att få risknivån så låg som möjligt. Enligt *figur 14* har den nuvarande bebyggelsen en stor påverkan på risknivån i området, men att göra åtgärder på dessa bedöms ej rimligt. Däremot kan åtgärder göras på den framtida bebyggelsen för att risknivån i området inte ska höjas.

De olycksscenarioer som påverkar den framtida bebyggelsen är explosion, BLEVE, molnbrand samt giftiga gaser. För att minimera konsekvenserna av dessa scenarioer föreslås följande åtgärder:

- Se till så att inga byggnader inom 165 meter från järnvägen endast kan utrymmas i riktning mot järnvägen. Sker en olycka på järnvägen så ska ingen tvingas utrymma i riktning mot olycksplatsen. Denna åtgärd bör införas inom 165 meter för att inkludera effektområden från explosioner av klass 1, klass 5, gasexplosion, molnbrand samt BLEVE, se *figur 13* i *bilaga 1*.
- Friskluftsintag i högt läge eller vända bort från järnvägen för att minska risken för konsekvenser av giftiga och brandfarliga gaser. Denna åtgärd bör införas inom minst 150 meter från järnvägen vilket motsvarar maximala utbredningen av molnbrand med skydd från bullerskärmen, se *figur 13* i *bilaga 1*.

Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs så bedöms att rimliga åtgärder har genomförts och tillägget från den framtida bebyggelsen på risknivån har minimerats. Den totala risknivån kommer fortfarande vara inom ALARP-området, men i den nedre regionen nära acceptabla nivåer. Vidare så beskriver Länsstyrelsen i Stockholms län att ett skyddsavstånd på 50 meter normalt är tillräckligt för bostäder, se *avsnitt 3.2.2*. Således är bedömningen att med de förslagna skyddsåtgärderna så är den totala risknivån för området godtagbar utifrån de tillämpade riskkriterierna.

## 7 Referenser

Attunda 2011	Riskanalys Brandkåren Attunda 2011, Brandkåren Attunda 2011-03-01.
Banverket 2001	Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket Miljösektionen Rapport 2001:5; 2001-10-22
Dynesius 2019	Mail från Peter Dynesius från Nordiska Kvalitetshus. Mail mottaget 2019-08-06.
Lantmäteriet 2019	Uttag ur karttjänsten Kartsök och ortnamn <a href="https://kso.etjanster.lantmateriet.se/">https://kso.etjanster.lantmateriet.se/</a> . Hämtat 2019-05-31
Lst 2006	Riskhantering i detaljplaneprocessen, Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, september 2006
Lst Stockholms län 2016	Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Länsstyrelsen Stockholms län, 2016-04-11
MSB 2009	Bebyggelsens motståndsförmåga mot extrem dynamisk belastning – Delrapport 3: Kapacitet hos byggnader. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
Norconsult 2010	Gårda 1:15, 2:12 och 3:12 – Riskutredning avseende transport av farligt gods. Norconsult 2010-02-18.
Norconsult 2014	Riskanalys transport av farligt gods, kv. Sorteringsverket, Knivsta kommun, 2014-02-07
Norconsult 2015	Riskanalys transport av farligt gods, Bolite Bostäder, Knivsta kommun. Norconsult AB 2015-10-12
Rtj Storgöteborg 2004	Riktlinjer för riskbedömningar, Räddningstjänsten Storgöteborg 2004
SRV 1997	Värdering av risk, FoU rapport, Räddningsverket 1997
SRV 2007	Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006. Statens Räddningsverk (numera MSB), 2007
SCB 2019	Utdrag ur Statistiska centralbyrån (SCB) <a href="http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101S/HushallT09/">http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_BE_BE0101_BE0101S/HushallT09/</a> Hämtad 2019-06-20
Trafikverket 2016	Underlagsrapport Disaggregering av prognos för godstransporter 2040 till Bansek, EVA, Sampers/Samkalk och TEN tec – Trafikverkets Basprognoser 2016. TRV 2016/24458 2016-04-01.
Trafikverket 2017	Förslag till nationell plan för transportsystemet 2018-2029, Trafikverket, Remissversion 2017-08-31.
Trafikverket 2017:1	Ostkustbanan: Underlag för strategisk planering, Trafikverket 2017-12-12.
Trafikverket 2019:1	Mail från Anders Nilsson, statistiker på Trafikverket. Mail mottaget 2019-06-17
Trafikverket 2019:2	Uttag ur Nationell Järnvägsdatabas (NJDB) <a href="https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket">https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket</a> . Hämtat 2019-05-31.

ÖSA 2004

Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, Öresund Safety  
Advisers AB, 2004.

# Bilaga 1 – Beräkning av risker transporter av farligt gods på järnväg

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Beräkning av sannolikhet för olycka</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Händelseträd</b>	<b>6</b>
2.1	Händelseträd från RBM II	6
2.1.1	Klass 2.1	6
2.1.2	Klass 2.3	7
2.1.3	Klass 3	8
2.2	Klass 1	9
2.3	Klass 5.1	11
<b>3</b>	<b>Konsekvenser av scenario</b>	<b>14</b>
3.1	Klass 1	16
3.1.1	Skador på bebyggelsen	17
3.1.2	Skador utomhus	17
3.2	Klass 5.1	18
3.3	Individrisk	19
	<b>Referenser</b>	<b>20</b>

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

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

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

# 1 Beräkning av sannolikhet för olycka

Olycksrisken för tåg beräknas enligt den av Banverket (numera en del av Trafikverket) angivna metod (Banverket 2001). Resultaten av beräkningen av olycksrisk per kilometer och år för de olika klasser farligt gods framgår i *figur 1*. Transporter av gods på järnvägen sker i stor utsträckning på natten då det finns bättre utrymme på banan pga. färre persontransporter. Utifrån en undersökning av fördelningen av godstransporter på Västra Stambanan antas att 25 % av godset transporteras dagtid och 75 % nattetid.

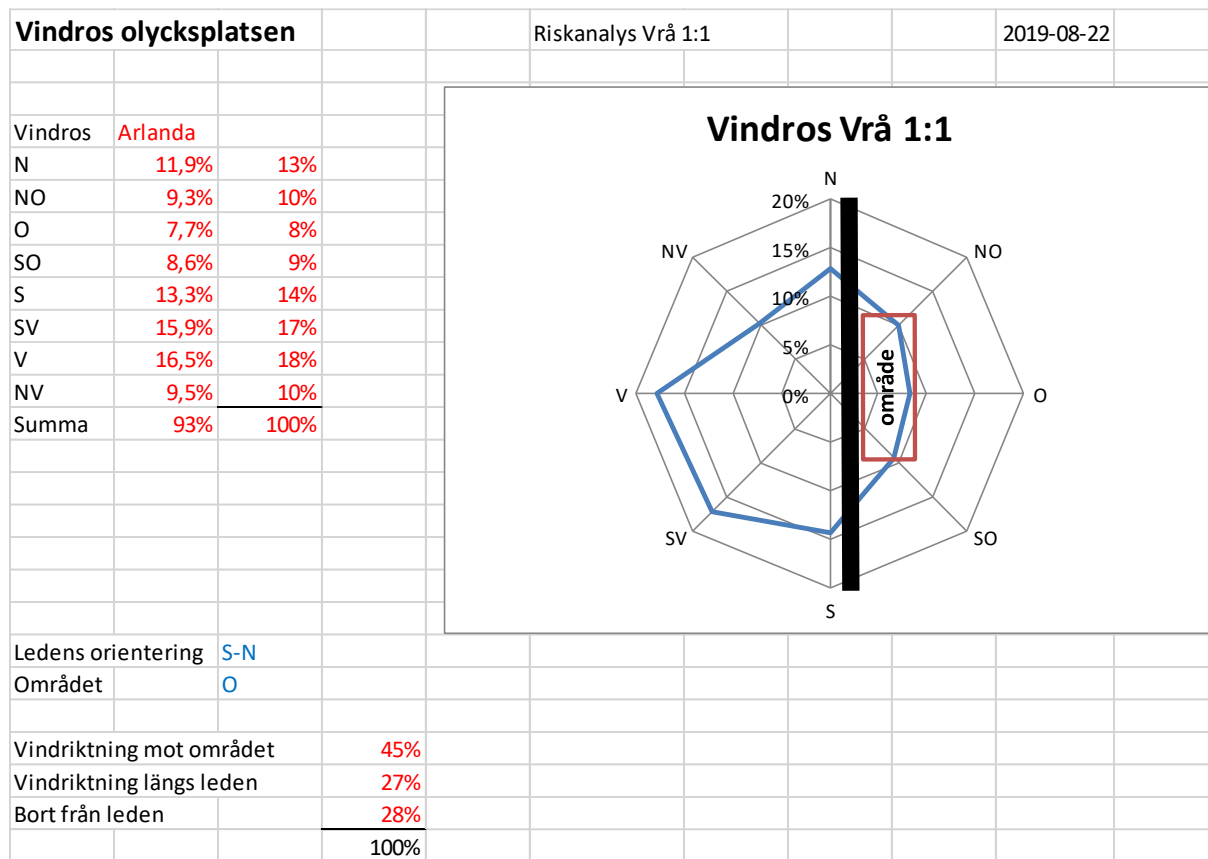
I *figur 1* framgår också ungefärliga avstånd till planområdet samt uppskattning av bredd på hus.

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Riskanalys Vrå 1:1	2019-08-22	
<b>Beräkning av olycksfrekvens enligt Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket 2001:5</b>					
<b>Ingångsdata</b>					
Sträcka	1	km	Färgernas betydelse:	Fylls i	
Vagnaxel/vagn	2,75			Standard	
Tåglängd	51	m		Beräknas	
Vagnlängd	20	m			
Godståg/dag	11				
Persontåg/dag	14				
Pendeltåg/dag	365				
Antal vagnar/tåg	2,6				
Antal tåg/dag	390				
Antal tåg/år	142350				
Antal tåg/v	2738				
Antal växlar	0				
Plankorsn. bommar	0				
Plankorsn. ljus	0				
Plankorsn. Kryss	0				
Vagnaxelkm/år	1,0E+06				
Vagnkm	3,7E+05				
<b>Beräkning olycksrisken</b>					
			<b>Intensitet</b>	<b>Frekvens</b>	
<b>Orsak</b>	<b>Parameter</b>	<b>Spårklass A</b>	<b>Spårkl. B o C</b>	<b>Spårklass A</b>	<b>Spårkl. B o C</b>
Rälsbrott	Vagnaxelkm	5,0E-11	1,0E-10	5,0E-05	1,0E-04
Solkurva	Spårkm	1,0E-05	2,0E-04	1,0E-05	2,0E-04
Spårlägesfel	Vagnaxelkm	4,0E-10	4,0E-10	4,0E-04	4,0E-04
Växel sliten	Antal tågpassager	5,0E-09	5,0E-09	0,0E+00	0,0E+00
Växel ur kontroll	Antal tågpassager	7,0E-08	7,0E-08	0,0E+00	0,0E+00
Vagnfel	Vagnaxelkm	3,1E-09	3,1E-09	3,1E-03	3,1E-03
Lastförskjutning	Vagnaxelkm	4,0E-10	4,0E-10	4,0E-04	4,0E-04
Plankorsn. bommar	Antal tågpassager	5,0E-08	5,0E-08	0,0E+00	0,0E+00
Plankorsn. ljus	Antal tågpassager	1,5E-08	1,5E-08	0,0E+00	0,0E+00
Plankorsn. Kryss	Antal tågpassager	2,0E-08	2,0E-08	0,0E+00	0,0E+00
Annan/okänd	Tågkm	2,0E-07	2,0E-07	2,8E-02	2,8E-02
Summa	Olyckor per år/km			3,2E-02	3,2E-02
Antal tågkm/år				1,4E+05	1,4E+05
Olyckor per tågkm, år				2,2E-07	2,3E-07
Antal vagnkm/år				3,7E+05	3,7E+05
Olyckor per vagnkm, år				8,8E-08	8,8E-08
<b>Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och natttid</b>					
	antal vagnar totalt	antal vagnar dagtid/år	olycksrisk dagtid/km, år	antal vagnar natt/år	olycksrisk natt/km, år
Klass 1, massexplosiv	11,0	2,8	2,4E-07	8,3	7,2E-07
Klass 2.1	143	35,8	3,1E-06	107,3	9,4E-06
Klass 2.3	7	1,8	1,5E-07	5,3	4,6E-07
Klass 3, bensin	29775	7443,8	6,5E-04	22331,3	2,0E-03
Klass 5.1, explosionsrisk	5	1,3	1,1E-07	3,8	3,3E-07
<b>Beräkning antal vagnar med mkt brandfarliga vätskor per godståg</b>					
antal godståg	4015				
andel m bensinvagnar	742%				
<b>Områdesinfo</b>					
<b>Områdets storlek</b>					
	Inne	Ute			
Planområdets avstånd leden	70	70	m		
Bredd på hus första raden	30	m			

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.



Figur 2. Vindros för planområdet.

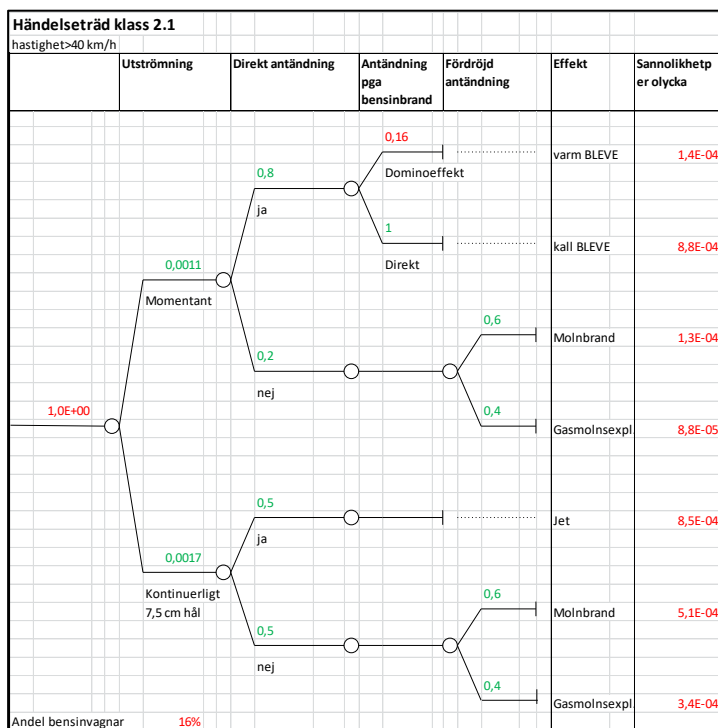
## 2 Händelseträäd

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. RBM II skiljer på sannolikheten för olika händelseförlopp beroende på om tågets hastighet är större eller mindre än 40 km/h. Därför presenteras två händelseträäd för var och en av klasserna.

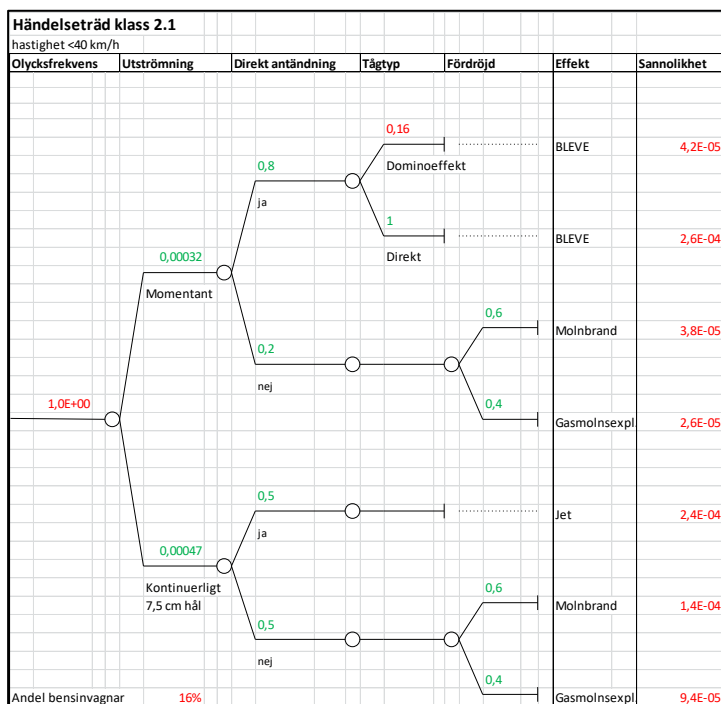
### 2.1 Händelseträäd från RBM II

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 alla 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 7,5 cm uppkommer i tanken på tankvagnen. Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 kan ses i *figur 3– figur 8*.

#### 2.1.1 Klass 2.1

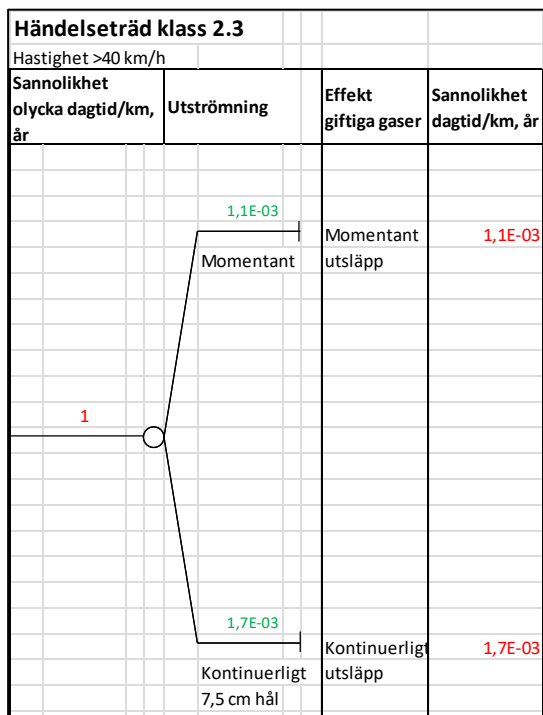


Figur 3. Händelseträäd olycka brandfarlig gas, tågastighet över 40 km/h

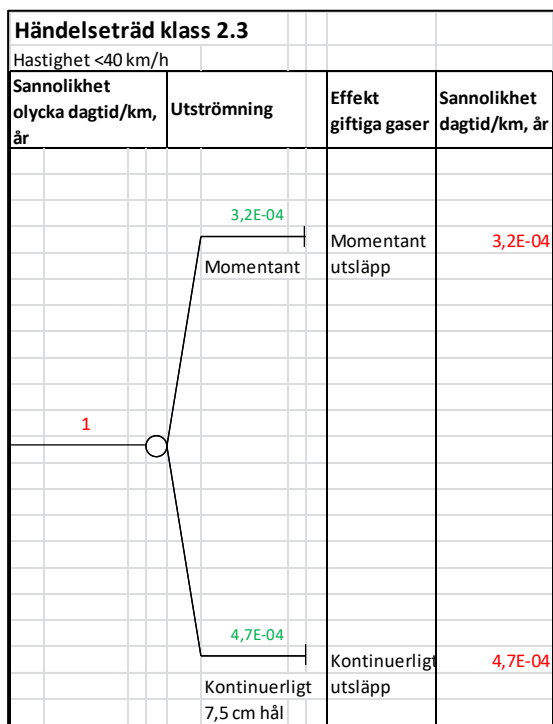


Figur 4. Händelsesträd olycka brandfarlig gas, tågshastighet under 40 km/h

### 2.1.2 Klass 2.3

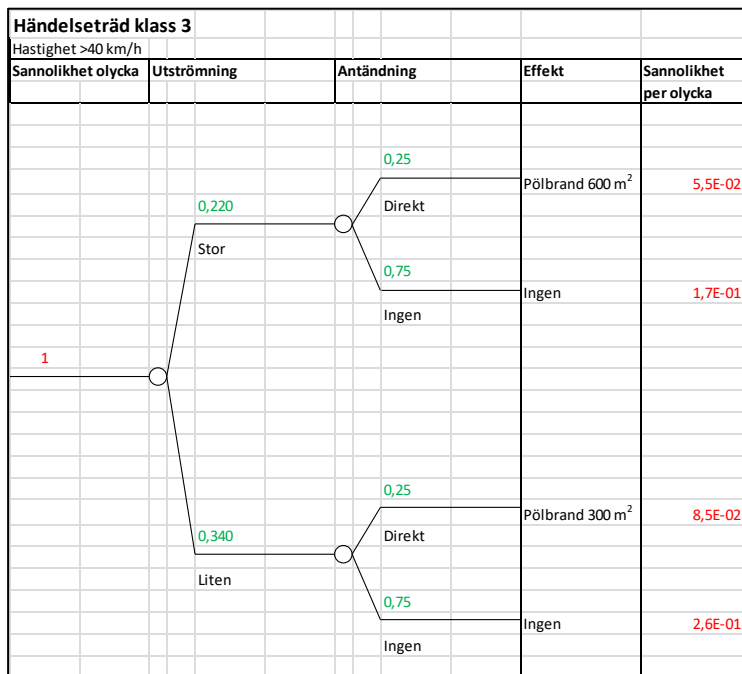


Figur 5. Händelsesträd för olycka giftiga gaser, tågshastigheter över 40 km/h



Figur 6. Händelsesträd för olycka giftiga gaser, tåghastigheter under 40 km/h

### 2.1.3 Klass 3



Figur 7. Händelsesträd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3. Tåghastighet över 40 km/h

Händelseträd klass 3				
Hastighet <40 km/h				
Sannolikhet olycka	Utströmning	Antändning	Effekt	Sannolikhet per olycka
1	Stor	0,25	Pölbrand 600 m <sup>2</sup>	8,0E-03
		Direkt		
		0,75	Ingen	2,4E-02
		Ingen		
0,032	Liten	0,25	Pölbrand 300 m <sup>2</sup>	1,2E-02
		Direkt		
		0,75	Ingen	3,5E-02
		Ingen		
0,047		0,25		
		Direkt		
		0,75		
		Ingen		

Figur 8. Händelseträd för mycket brandfarliga vätskor i klass 3. Tåghastighet under 40 km/h

## 2.2 Klass 1

Sannolikheten per vagnkilometer 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.

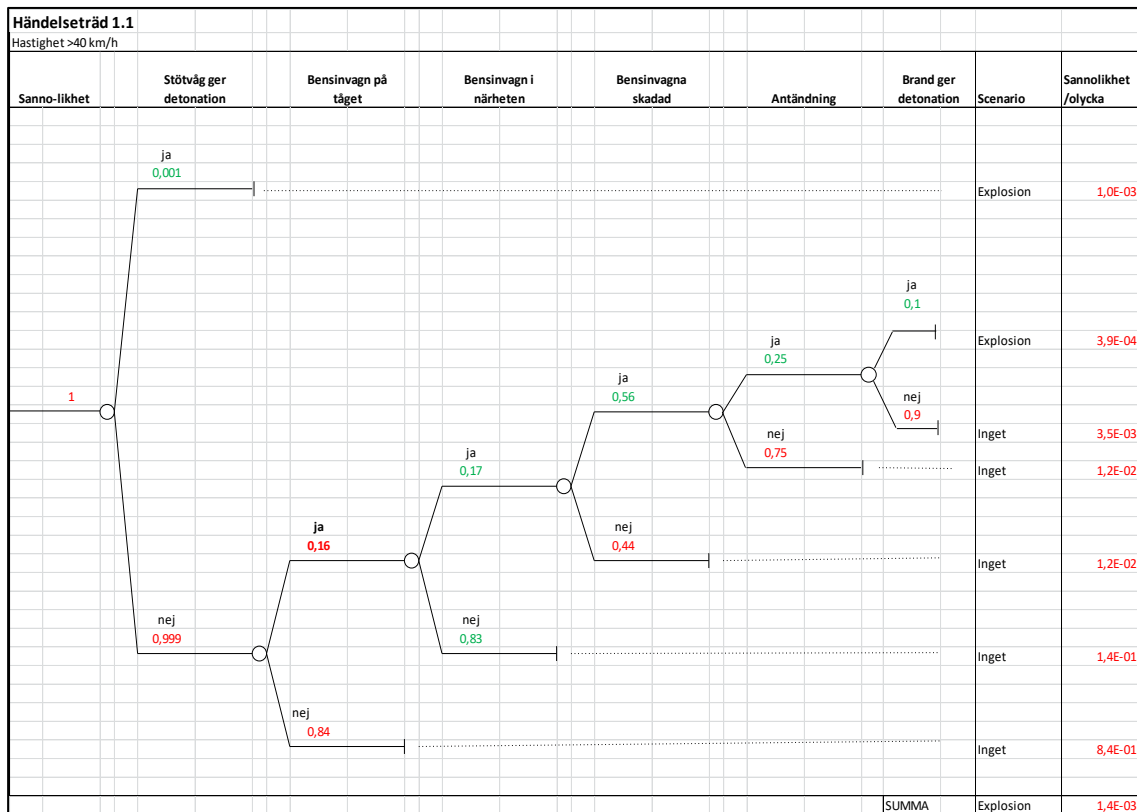
### Sannolikhet för detonation på grund av brand

Sannolikheten för brand beräknas enligt följande.

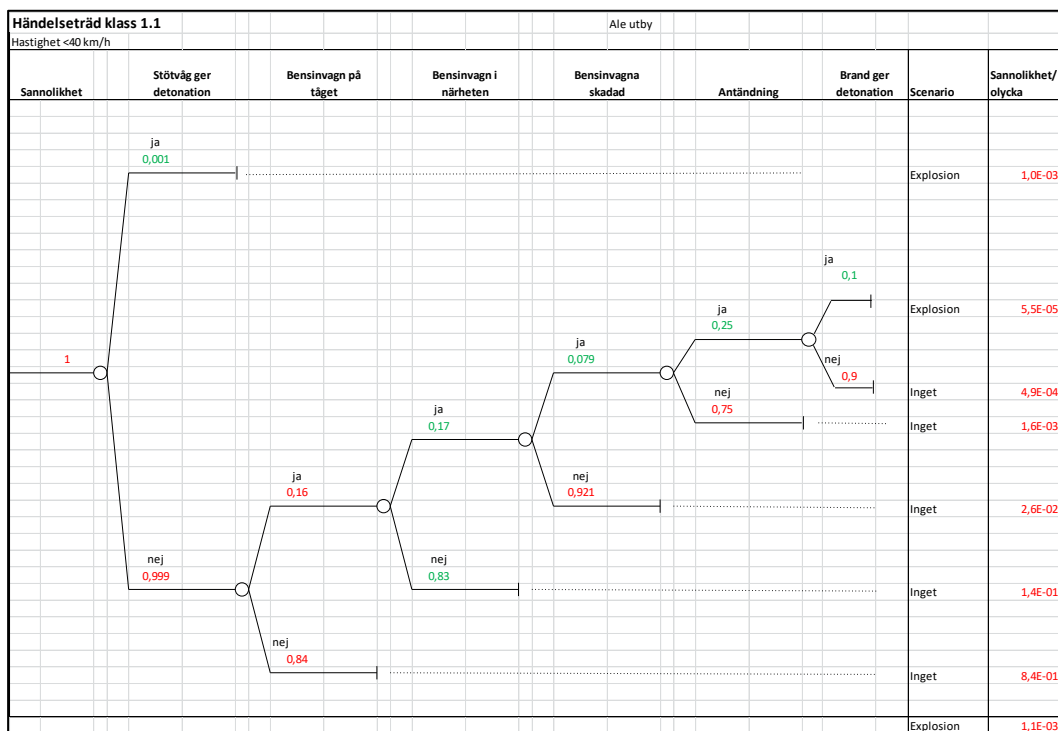
1. Det måste finnas en tankvagn med bensin eller annan mycket brandfarlig vätska med på tåget.
2. Vagnen måste befinna sig nära vagnen med sprängämnen, högst en vagn emellan
3. Vagnen med mycket brandfarlig vätska måste ha en skada som leder till ett betydande utsläpp
4. Vätskan måste antändas

Sannolikheten för detta framgår av händelseträden i figur 9 och 10 nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankvagnar i RBM II.

Sannolikheten att en brand leder till detonation av sprängämnet uppskattas grovt till 10 %. Händelseträdet för hela händelseförloppet vid olycka med sprängämnen visas i figur 9 för tåg hastigheter över 40 km/h och i figur 4 för tåg hastigheter under 40 km/h.



Figur 9. Händelsetråd för olycka med sprängämnen, klass 1.1, tåg hastigheter över 40 km/h.



Figur 10. Händelseträd för olycka med sprängämnen, klass 1.1, tåghastigheter under 40 km/h.

Sannolikheten för att en vagn med mycket brandfarliga vätskor skall vara med på tåget tas från ingångsdatan i figur 1. (I figur 9 och 10 anges ett värde från ett tidigare projekt, det aktuella värdet har dock används i beräkningarna.)

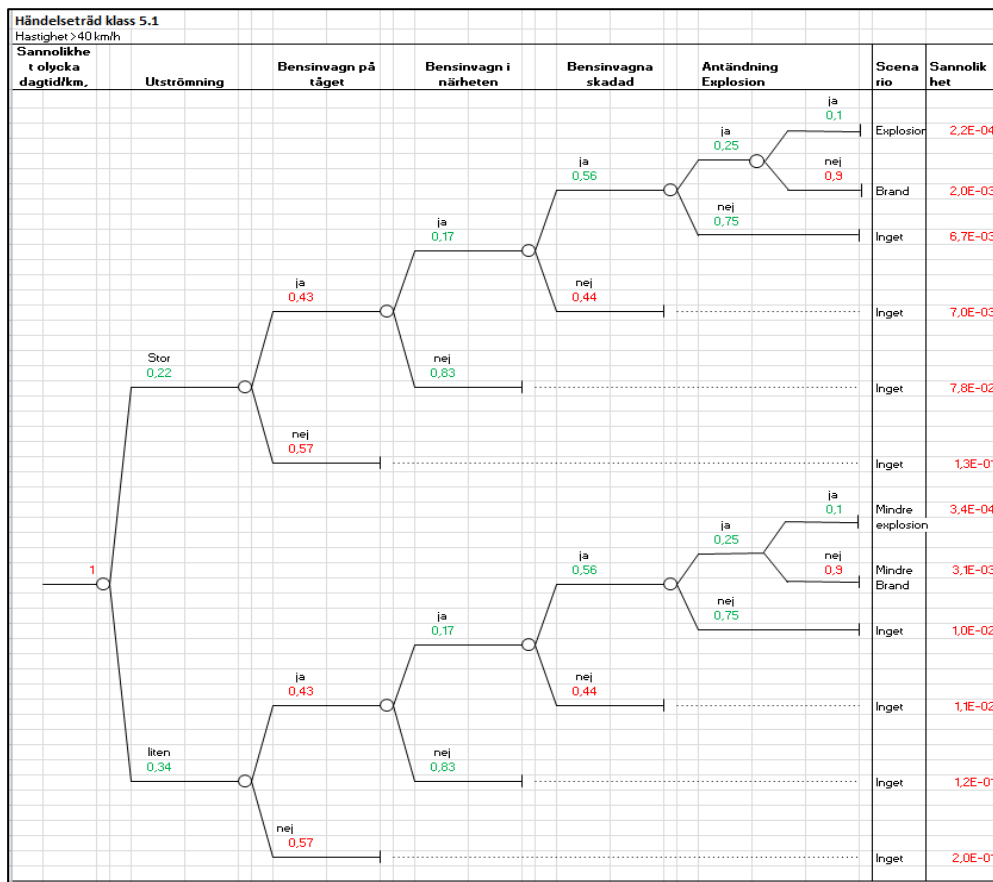
## 2.3 Klass 5.1

Detta scenariot baseras på att transporterna sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 25 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 bensin och att blandningen antänds. För att detta skall ske måste flera förutsättningar vara uppfyllda:

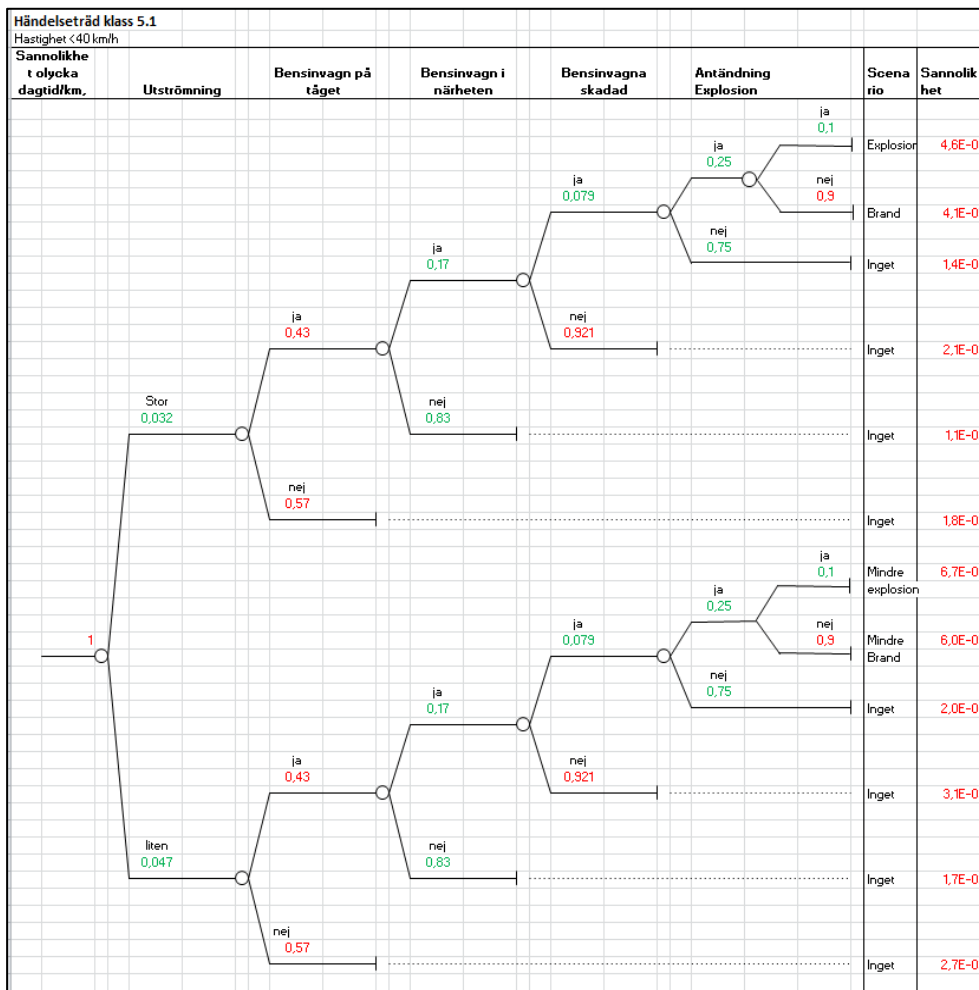
1. Det måste finnas en tankvagn med bensin eller annan mycket brandfarlig vätska med på tåget.
2. Vagnen måste befinna sig nära vagnen med oxiderande ämnen för att en blandning skall kunna ske, högst en vagn emellan.
3. Vagnen med mycket brandfarlig vätska måste ha en skada som leder till ett betydande utsläpp.
4. Vätskan måste antändas.
5. Blandningen oxiderande ämne/brandfarlig vätska kan antingen brinna som en pölbrand eller explodera.

Sannolikheten för detta framgår av händelseträdet i figur 11 och 12 nedan. Händelseträdet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar. I de visade händelseträden utgås från att en vagn med mycket brandfarlig vätska finns med på 16 % av tågen. Denna siffra är tagen från ett äldre projekt och används här endast som exempel. I beräkningarna har den rätta siffran använts som finns i figur 1.



Figur 11. Händelseträäd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion. Tåghastigheter över 40 km/h





Figur 12. Händelseträäd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion. Tåghastigheter under 40 km/h

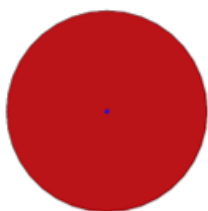
### 3 Konsekvenser av scenario

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

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

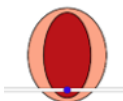
Det överlappande området är det område som påverkas av ett effektområde för de olika scenariona. Sannolikheter för omkomna (P) och effektområdets form kan ses i *figur 13*. För klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 har sannolikhet för omkomna och effektområdets storlek tagits från den nederländska beräkningsmetoden 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



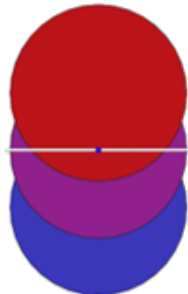
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	152 meter	152 meter	121 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

#### Jet



	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längden)	47 meter	52,6 meter
Minor axis (halva bredden)	23 meter	45,9 meter
Avstånd centrum	39 meter	39 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

#### Molnbrand momentan



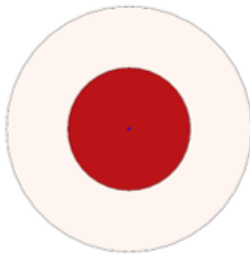
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	133,5 meter	133,5 meter	133,5 meter
Avstånd centrum	85 meter	0	-85 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

#### Molnbrand kontinuerlig



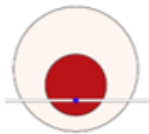
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	70 meter	70 meter
Maximala bredd	13,7 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

**Gasexplosion momentan**



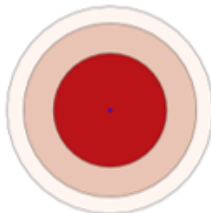
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	163 meter	325 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

**Gasexplosion kontinuerlig**



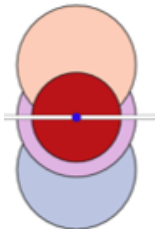
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	47 meter	95 meter
Avstånd centrum	23,5 meter	47,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

**BLEVE**



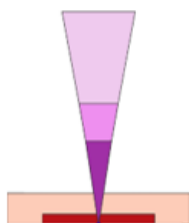
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	102 meter	156 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,6

**Giftiga gaser momentan**



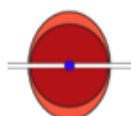
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	46 meter	57,5 meter	57,5 meter	57,5 meter
Avstånd centrum	0	65 meter	0	-65 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

**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	174 meter	232 meter	374 meter	240 meter	374 meter
Maximala bredd	51,3 meter	70,5 meter	121 meter	18 meter	61 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	14,5 meter	17,7 meter	11 meter	16 meter
Minor axis	13,9 meter	14,4 meter	10 meter	11 meter
P (inne)	1	0	1	0
P (ute)	1	0,4	1	0,4

Figur 13. Effektområdenas form och sannolikhet för omkomna. Figuren är ej skalenlig.

### 3.1 Klass 1

Vid beräkning av explosionslast utgås från en explosion av 25 ton TNT. Explosionens övertryck och impuls har beräknats nedan. 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 14* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

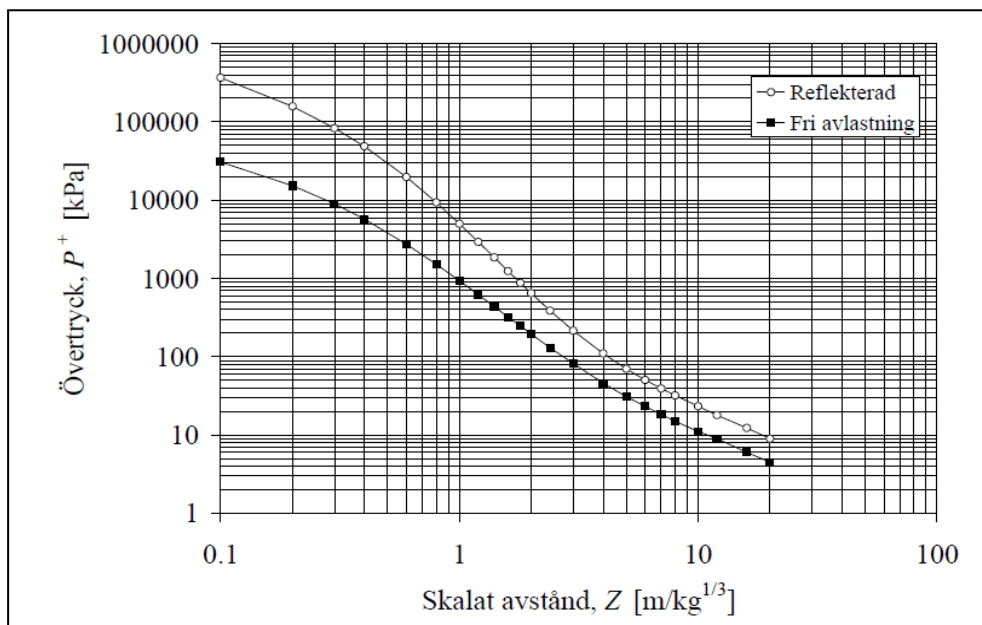
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

R = avstånd från explosionscentrum (m)

M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

*Figur 14* ger övertrycket  $p_+$



Figur 14. Reflekterat och oreflekterat övertryck som funktion av det skalade avståndet Z (från SRV 2007).

Resultaten visas i *tabell 1*.

Tabell 1. Explosionstryck som funktion av avståndet till explosionscentrum.

M (kg)		12500	25000
$M^{1/3}$ (kg <sup>1/3</sup> )		23,2	29,2
Z	$p^+$		
m/kg <sup>1/3</sup>	kPa	avstånd (m)	avstånd (m)
1	900	23	29
2	200	46	58
2,5	120	58	73
3	80	70	88
4	45	93	117
5	33	116	146
5,2	30	121	152
6	23	139	175
6,9	20	160	202
7,9	15	183	231

### 3.1.1 Skador på bebyggelsen

Enligt amerikanska undersökningar (EAI 1997) rasar vanliga 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 152 m från platsen för explosionen vid en explosion av 25 ton TNT. (För en explosion med 12,5 ton TNT, se avsnitt 2.5 Scenarier med oxiderande ämnen, ämnen, är detta avstånd ca 121 m.)

Sammantaget antas att byggnader närmast järnvägen får allvarliga skador inom 152 m från explosionen. Bebyggelsen bakom skyddas i stor utsträckning av husen framför och antas inte få lika betydande skador.

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

### 3.1.2 Skador utomhus

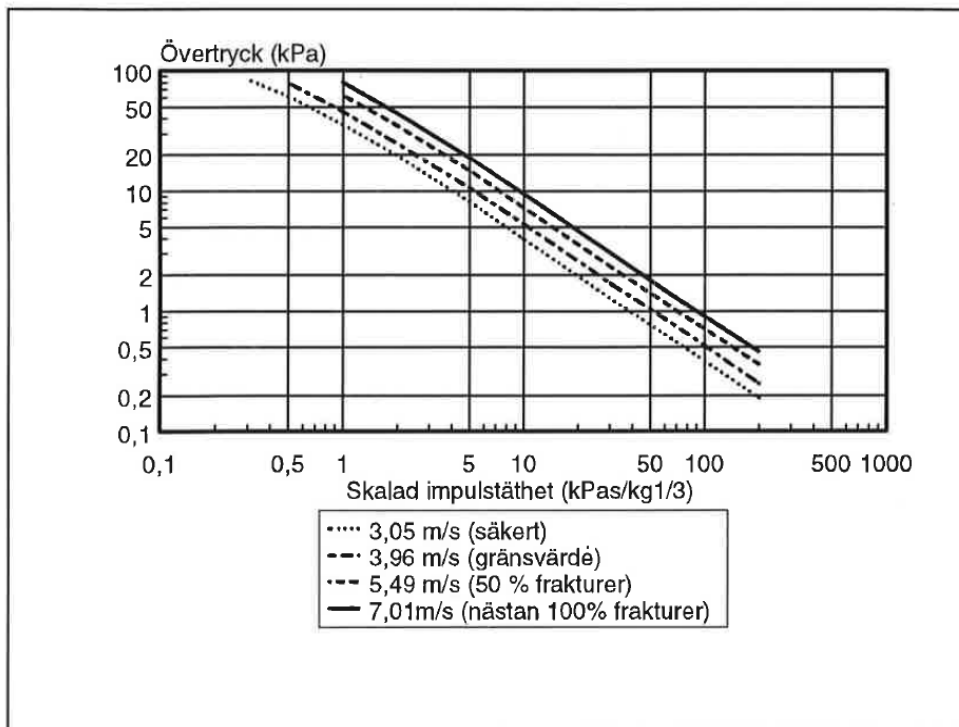
#### Direkta skador pga. tryck

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

#### Indirekta skador

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

Som skademått för skador pga. att någon kastas av tryckvågen tas skallskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skallfraktur på ca 50 m från explosionen, se *figur 15* och *tabell 1*. På 75 m har sannolikheten avtagit till 50 % och minskar till 10 % på ca 90 m.



Figur 15. 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 densamma som för en explosion av 25 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk för denna mängd sprängämne finns beskriven i scenariot för klass 1.1.

Konsekvenserna för en mindre explosion har antagits vara densamma som för en explosion av 12,5 ton TNT. Konsekvenserna avseende individrisk och samhällsrisk för denna mängd sprängämne finns också beskriven i scenariot för klass 1.1.

De scenarier där ingen explosion sker men det oxiderande ämnen deltar i branden av den brandfarliga vätskan ingår i beräkningarna för konsekvenserna av olyckor med klass 3.

### 3.3 Individrisk

Individrisken beräknas med hjälp av följande ekvation:

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

I individrisken beräknas bredden  $b(x)$  med bredden som anges i *figur 13*. För effektområden där centrum av ellipserna eller cirkelarna inte är på transportvägen räknades bredden  $b(x)$  som maximala bredd fram till centrum.

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

## Referenser

- Banverket 2001 Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket Miljösektionen Rapport 2001:5m 2001-10-22
- 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 cartridge emulsion explosives and accessories through a densely populated area. ERM-Hong Kong Ltd, 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)
- 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