Skövde kommun

Riskutredning Mariesjö 4 m.fl.

Riskutredning transport av farligt gods

Uppdragsnr: 1085945 Version: 9 Datum: 2026-04-27



Norconsult

Uppdragsgivare:	Skövde kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Denise Forsell
Konsult:	Norconsult AB, Hantverkargatan 5K, 112 21 Stockholm
Uppdragsledare:	Johan Hultman
Handläggare:	Evelina Skantz

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
9	2026-04-27	Justering illustrationer	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
8	2026-03-11	Riskbedömning uppställningsspår	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
7	2025-09-16	Uppdaterad illustrationsplan	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
6	2025-09-11	Uppdatering av riskutredning	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
5	2025-08-26	Uppdatering av riskutredning	Evelina Skantz		
4	2023-05-09	Färdig handling	Hannah Wendin	Johan Hultman	Johan Hultman
3	2023-04-27	Färdig handling	Hannah Wendin	Johan Hultman	Johan Hultman
2	2023-04-04	Granskningshandling	Hannah Wendin	Johan Hultman	
1	2023-03-09	Arbetshandling	Hannah Wendin		

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

Skövde kommun avser att ta fram en detaljplan för området Mariesjö 4 m.fl. Den planerade bebyggelsen ligger längs Västra stambanan som är en utpekad transportled för farligt gods. Riskutredningen utgörs av en kvantitativ riskutredning som behandlar riskerna med transporter av farligt gods på Västra stambanan och dess konsekvenser för planområdet.

Beräkningarna för individrisken visar på tolerabla nivåer för samhällsrisken och hamnar på en sådan nivå att skyddsåtgärder som är rimliga, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Inom planområdet föreslås följande skyddsåtgärder på ny bebyggelse:

- Fasader upp till 6 meters höjd på byggnader inom 130 meter (145 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan ska utformas med ett ytskikt i obrännbart material.
- På byggnader inom 80 meter (95 meter från nuvarande spår) ska fasader inklusive fönster som vetter mot Västra Stambanan utformas i brandklass minst EI30.
- Utrymning ska vara möjlig bort från Västra stambanan på byggnader inom 150 meter (165 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan.
- Ventilation ska placeras högt och vänd bort från Västra stambanan på byggnader inom 150 meter (165 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan.
- Områden inom 30 meter (45 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus.

Skyddsåtgärderna har bedömts utifrån att de ska vara applicerbara oavsett utbyggnadsordning. Det är alltså inte en förutsättning att bebyggelsen i västra delen av planområdet byggs innan bebyggelsen i östra delen av planområdet.

Då uppställningsspår är aktuella på ett avstånd av 25 meter från bebyggelsen har en riskbedömning av dessa genomförts. Beräkningar av individrisk på grund av urspårning samt individ- och samhällsrisk till följd av transporter av farligt gods visar på försumbara risker från uppställningsspåren. Bedömning av möjligheter till räddningsinsats, underhåll samt utvecklingsmöjligheter av järnvägen visar att avsteg från Trafikverkets generella råd om avstånd till järnvägsspår från olika typer av verksamheter bör kunna göras.

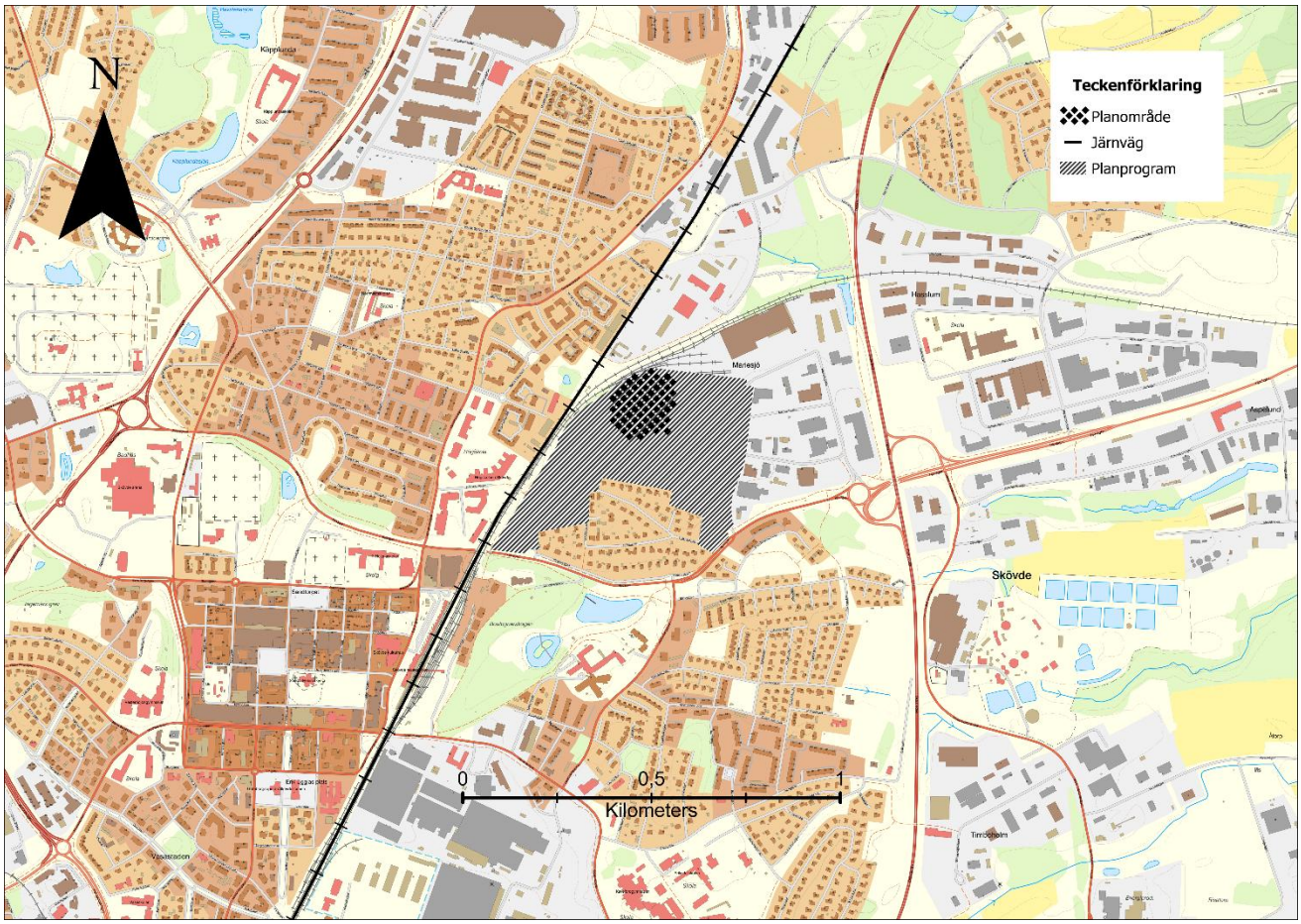
Om föreslagna skyddsåtgärder genomförs bedöms risknivån för planområdet vara tolerabel enligt använda riskvärderingskriterier och regelverk.

Innehåll

1 Inledning **5**
1.1 Syfte och mål 6
1.2 Avgränsningar 6
2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen **7**
2.1 Vad är risker? 7
2.2 Riskhantering 8
2.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods 9
3 Risker med transport av farligt gods **12**
3.1 Typer av farligt gods 12
3.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods 12
4 Områdesbeskrivning **14**
4.1 Området 14
4.2 Planerad bebyggelse 15
4.3 Antalet personer närvarande 16
5 Riskidentifiering **18**
5.1 Verksamheter som hanterar farligt gods 18
5.2 Väg 26 18
5.3 Västra stambanan 18
5.4 Uppställningsspår 19
6 Riskanalys och riskvärdering **20**
6.1 Urspårningsrisk 20
6.2 Individrisk farligt gods 24
6.3 Samhällsrisk 25
6.4 Osäkerhetsanalys 26
6.5 Riskberäkning skyddsåtgärder 28
7 Diskussion och slutsats **30**
8 Referenser **31**
Bilaga 1 – Beräkningar av risker transport av farligt gods på järnväg

1 Inledning

Skövde kommun avser att ta fram en detaljplan för området Mariesjö 4 m.fl. Detaljplanen syftade primärt till att möjliggöra för en utbyggnad av bostäder, kontor, hotell och parkeringshus. Planområdet ingår som en del i strukturplanen kring planprogrammet för Mariesjö. Tidigare riskutredning för planprogrammet för Mariesjö gjordes av Norconsult 2019. I Figur 1 visas programområdet för den tidigare riskutredningen samt planområdet Mariesjö 4 m.fl. som utgör en del av programområdet. Den tidigare riskutredningen behandlade hela planprogrammet på en övergripande nivå.



Figur 1. Översiktskarta med planområde för ny planerad bebyggelse (Esri, 2023).

Norconsult har fått i uppdrag av Skövde kommun att ta fram en fördjupad riskutredning för detaljplanen Mariesjö 4 m.fl. Därför görs en kvantitativ riskutredning som behandlar riskerna med transporter av farligt gods på Västra stambanan och dess konsekvenser för planområdet. Även Trafikverkets planerade uppställningsspår utreds kvantitativt med urspårningsrisk och risker med avseende på farligt gods.

Enligt länsstyrelsens riskpolicy (2006) ska risker beaktas vid all samhällsplanering som sker inom 150 meter från järnväg med farligt gods. I detta fall är avståndet närmare vilket medför att riskbilden behöver utredas för att bedöma lämpligheten för förändrad markanvändning.

En kvantitativ beräkning har genomförts med hjälp av en beräkningsmetod i GIS-miljö och resultatet jämförs med kriterier från rapporten ”Värdering av risk” (SRV, 1997). Risknivåerna beräknas för individ- och samhällsrisk och jämförs med kriterier för acceptabla och tolerabla risknivåer.

1.1 Syfte och mål

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

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

1.2 Avgränsningar

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

Riskutredningen kommer även avgränsas till att endast utreda tekniska olyckor kopplade till transporter av farligt gods, samt avgränsas geografiskt till transportlederna och uppställningsspår förbi den nya bebyggelsen. Resultatet kommer redovisas utifrån prognosår 2040 utifrån Trafikverkets generella trafikuppräkningstal.

2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen

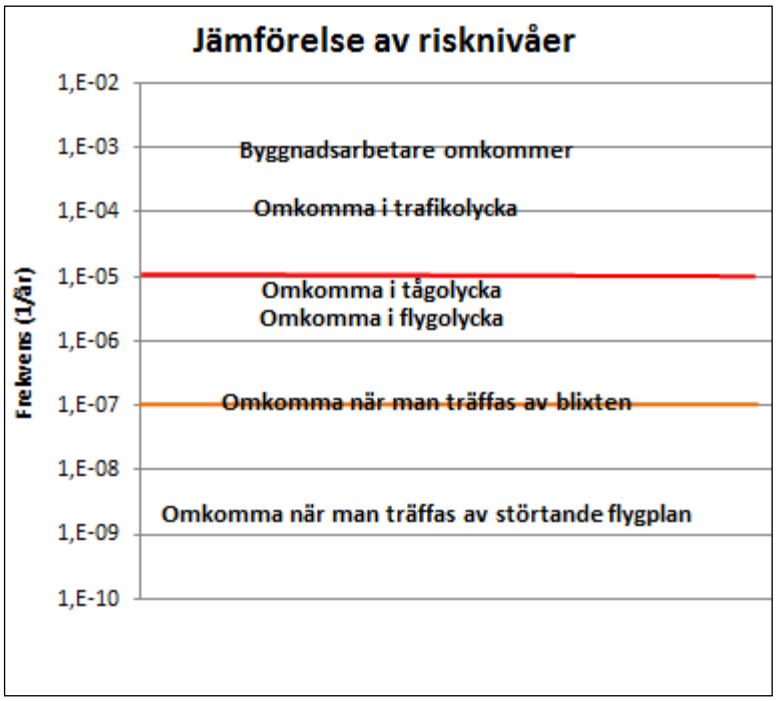
I detta kapitel definieras begreppet risk. Utöver detta beskrivs bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods. I kapitlet beskrivs även processen för riskhantering.

2.1 Vad är risker?

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

Sannolikheten brukar uttryckas som antal gånger det förväntas att en händelse kommer att inträffa under ett år. Detta kan bli ett väldigt litet tal för händelser som inte förväntas inträffa så ofta. En sannolikhet på 0,001 per år innebär att olyckan förväntas ske en gång på 1000 år. Sannolikheten för olyckor med farligt gods är oftast mycket lägre, exempelvis 0,000 001 per år eller en gång på 1 000 000 år (matematiskt kan detta uttryckas som $1x10^{-6}$ per år).

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



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

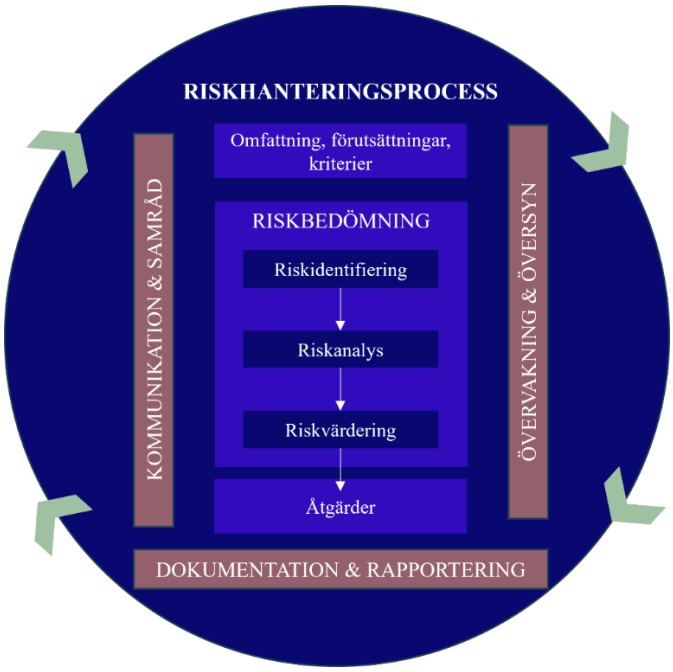
Vid riskutredning för den fysiska planeringen skiljs det på individrisk och samhällsrisk. Individrisken är risken för en person att omkomma i en olycka när han/hon befinner sig på en specifik plats i närheten av en riskkälla. För individrisken antas att personen befinner sig på denna plats under ett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

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

2.2 Riskhantering

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

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



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

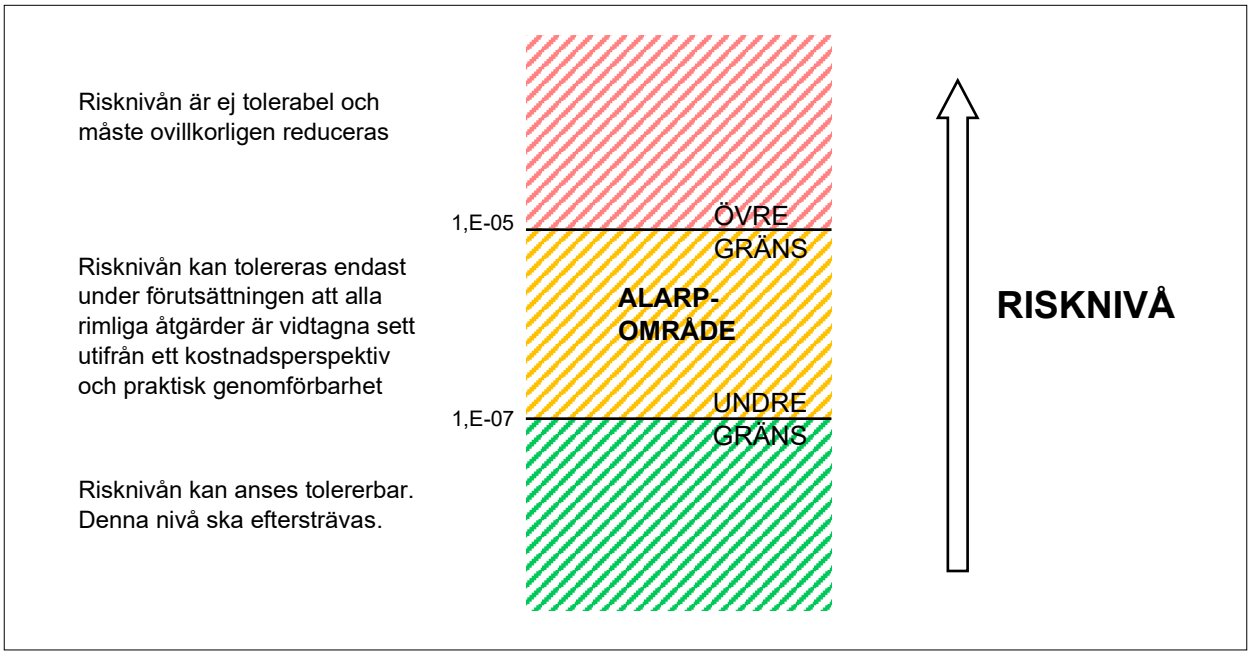
Riskidentifieringen omfattar en utredning av riskkällor och skyddsvärden i planområdets omgivning. Riskkällor som beaktas i riskidentifieringen utgörs av både transportinfrastruktur och riskfyllda verksamheter. De skyddsvärden för denna riskutredning fokuserar på människors liv och hälsa.

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

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

2.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

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



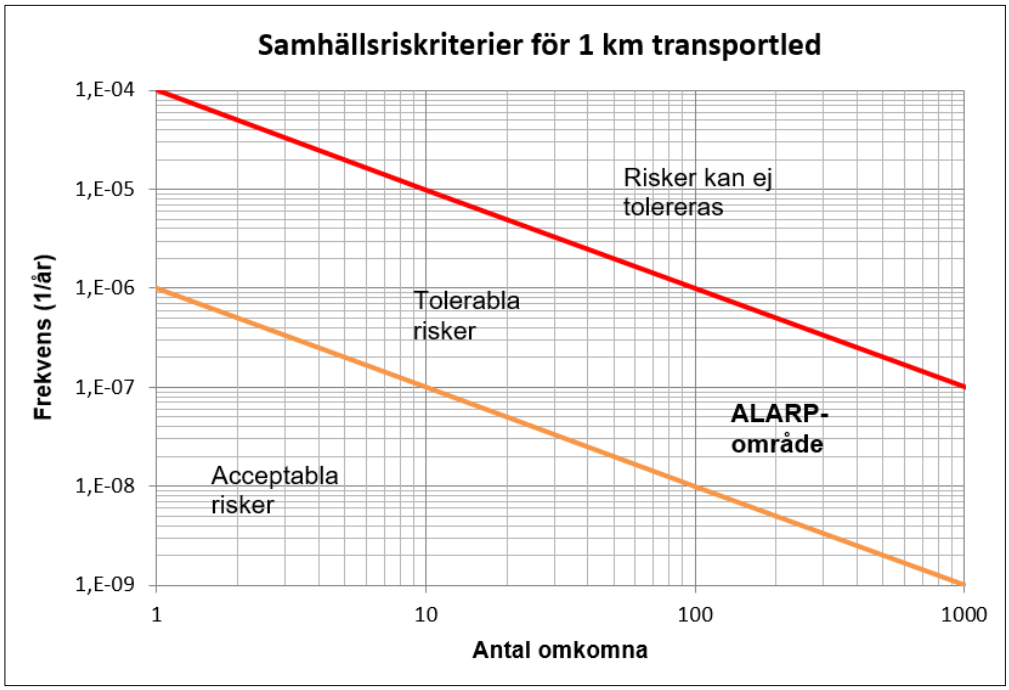
Figur 4. Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg, 2004).

För individrisken ligger den övre gränsen på $1x10^{-5}$ per år och den undre på $1x10^{-7}$ 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 ska åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder ska verifieras (Länsstyrelsen, 2006).

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

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

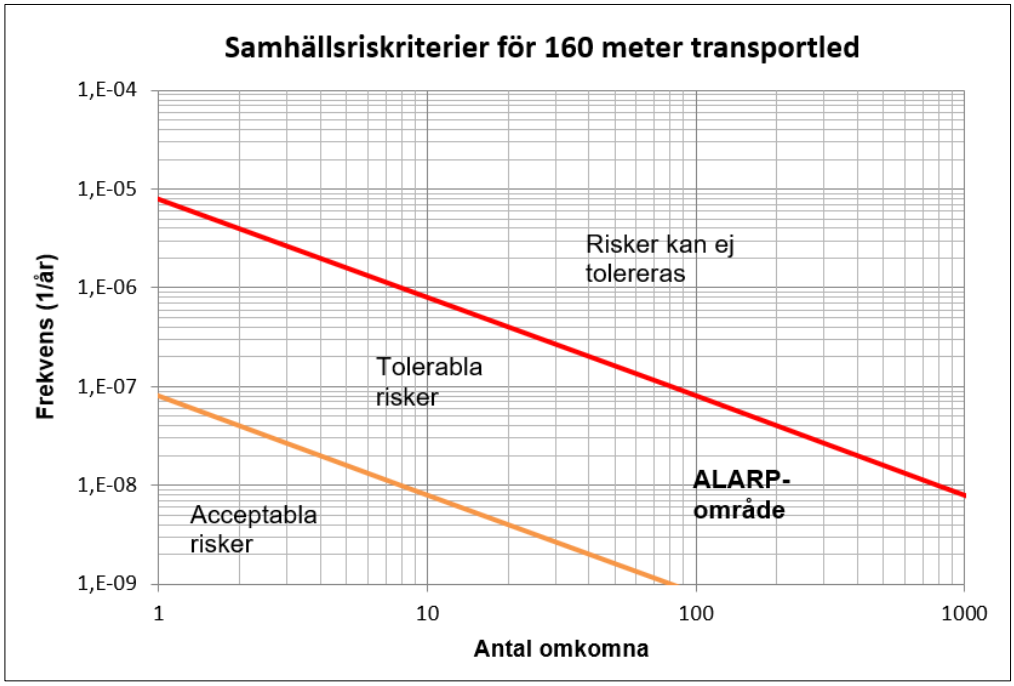


Figur 5. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

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

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

Kriterierna ovan gäller för 1 km område längs transportleden. Kriterier för det aktuella området beräknas utifrån områdets längd längs Västra stambanan samt att området ligger på en sida av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 6. Planområdets genomsnittliga längd utmed Västra stambanan är cirka 160 meter.



Figur 6. Riskkriterier omräknade till 160 meter enkelsidig bebyggelse.

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 är en förkortning av As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån ska göras så lågt som är praktiskt möjligt när riskerna hamnar i detta område.

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

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

3 Risker med transport av farligt gods

3.1 Typer av farligt gods

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

Tabell 1. Indelning av farligt gods.

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

3.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

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

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

Klass 1. Explosiva ämnen

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

Klass 2: Brännbara eller giftiga gaser

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

Klass 3: Brandfarliga vätskor

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

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

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

Klass 5: Oxiderande ämnen

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

Klass 6: Giftiga ämnen.

Giftiga ämnen ger mestadels enbart effekter vid direktkontakt.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

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

Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.

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

Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

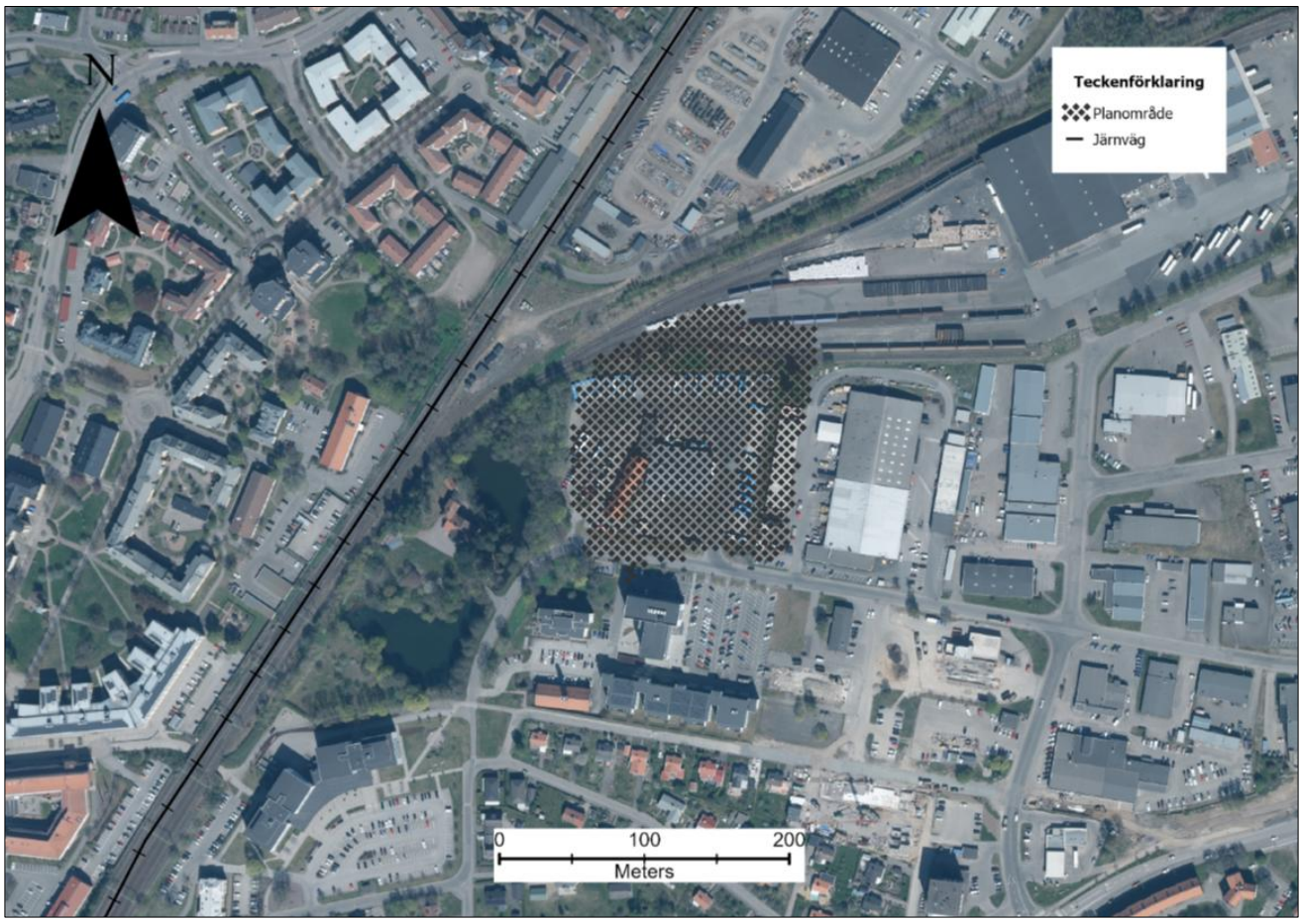
Denna klass omfattar bland annat miljöfarligt avfall dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.

4 Områdesbeskrivning

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

4.1 Området

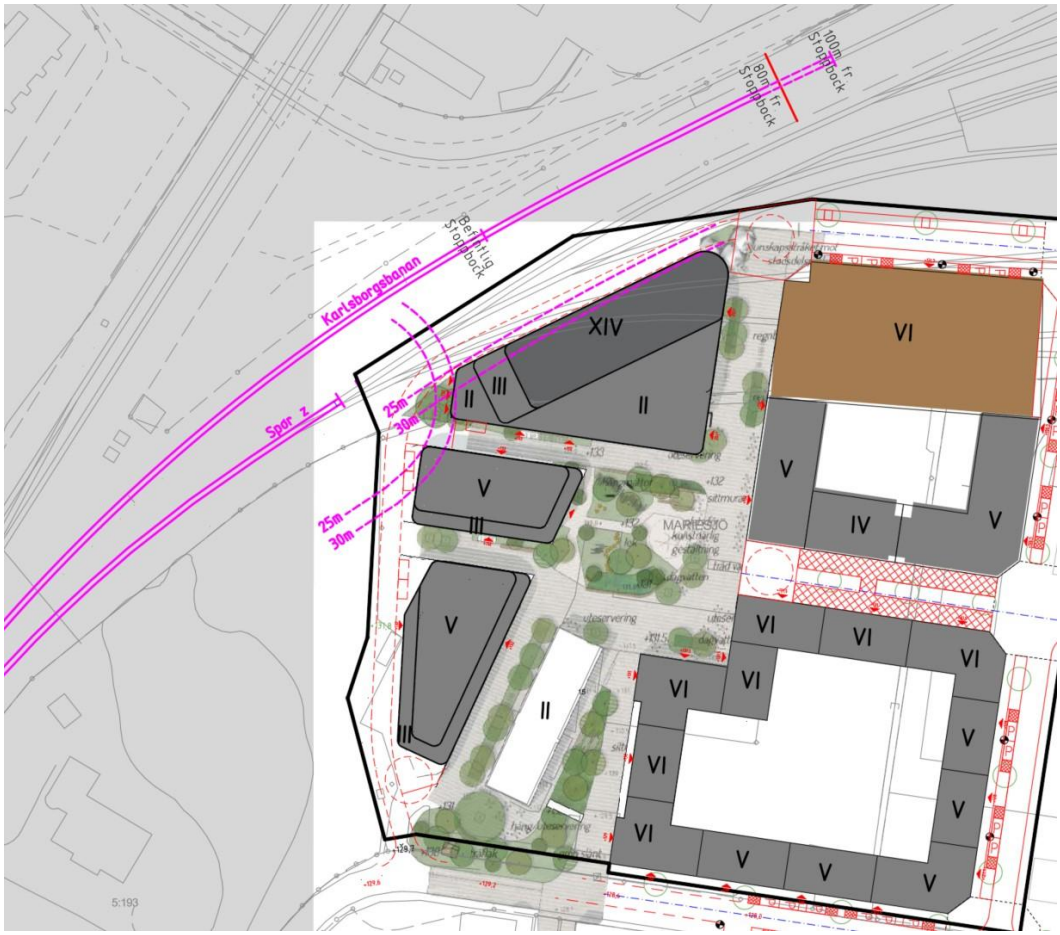
I Figur 7 illustreras planområdet i relation till sin omgivning. Västra stambanan ligger utefter den planerade bebyggelsen på samma eller en högre nivå än utvecklingsområdet. Avståndet mellan Västra stambanan och utvecklingsområdet är inte fastställt eftersom det eventuellt kommer byggas ett tredje spår på Västra stambanan. I beräkningarna antas avståndet vara cirka 75 meter från närmast belägna byggnad till befintligt spår. Enligt Trafikverkets riktlinjer ska ett 30 meter brett bebyggelsefritt område finnas utmed stambanan. Enligt Skövde kommuns ÖP2040 ska kommunen även beakta det eventuella behovet av att reservera mark för ett tredje spår utmed Västra stambanan, vilket innebär ytterligare cirka 15 meter utmed spåret (Skövde kommun, 2018).



Figur 7. Karta över område omkring planområdet (Esri, 2023).

I närheten av den planerade bebyggelsen finns bland annat drivmedelstationer, verkstäder och bilservice. Riskhanteringen kring detta beskrivs närmare i Kapitel 5.

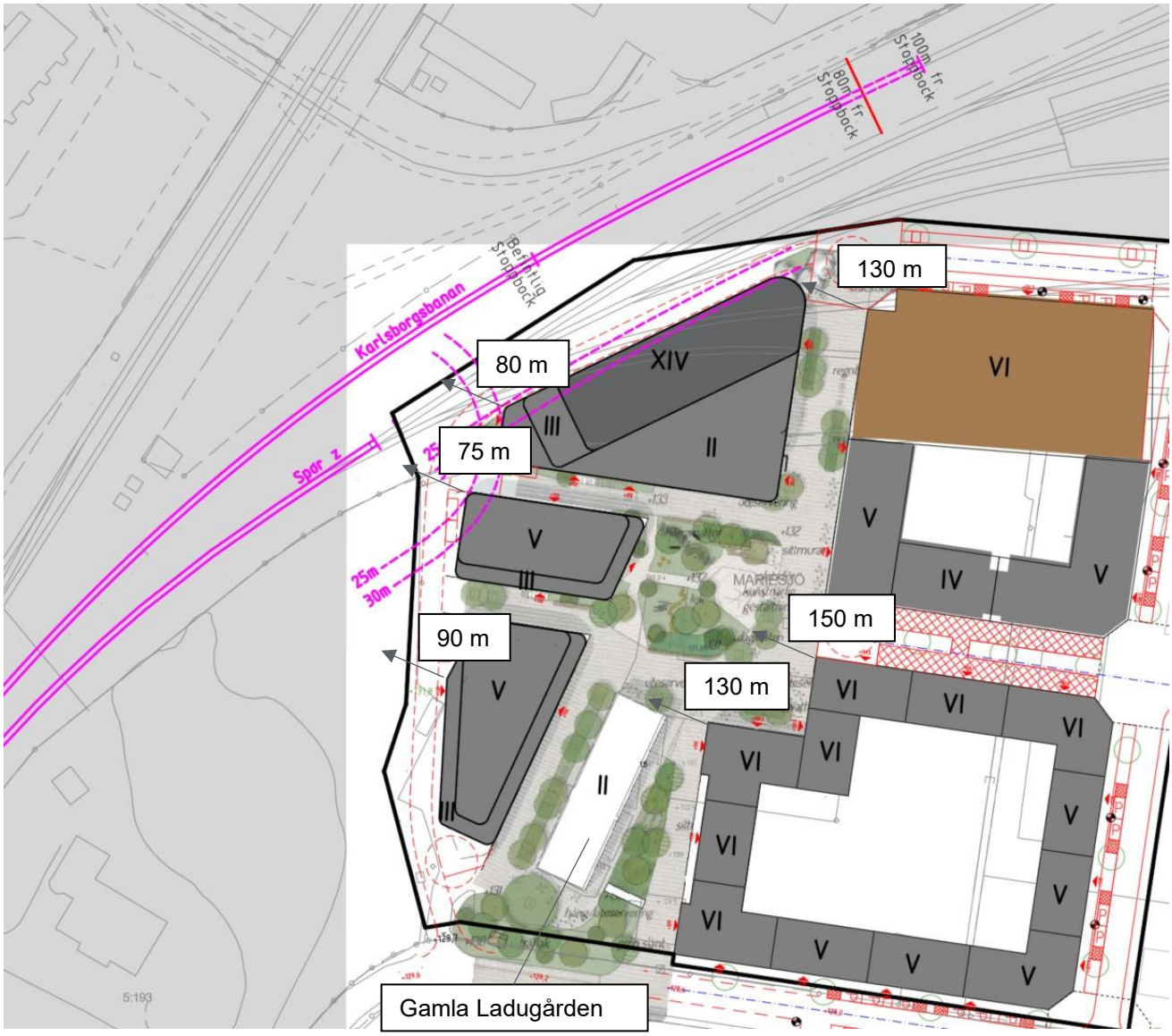
I närheten till planerad bebyggelse planerar Trafikverket för uppställningsspår, se Figur 8. Spåren är lokaliserade på minsta avstånd av cirka 25 meter från planerad bebyggelse.



Figur 8 Planerade uppställningsspår och avstånd till framtida bebyggelse (Skövde kommun, 2026).

4.2 Planerad bebyggelse

Den planerade bebyggelsen som innefattar bostäder, kontor, hotell med konferensverksamhet och parkeringshus, se Figur 9. I planområdets östra del planeras det för 4-6 våningar höga flerbostadshus med en total yta på cirka 25 000 m^2. I planområdets västra del planeras det för kontorsbyggnader och hotell på 5 och 14 våningar med en total yta på cirka 25 000 m^2. I dagsläget finns en gammal ladugård som idag är kontor åt Nobina, med har en möjlig framtida funktion konferensanläggning till hotellet. Parkeringshuset planeras att utgöra 6 våningar med totalt 396 parkeringsplatser.



Figur 9. Planillustration av planområdet inklusive avstånd till närmaste räl på Västra stambanan (Skövde kommun, 2026).

I utredningen förutsätts att hotellet rymmer cirka 200 hotellrum och att både hotellets och den gamla ladugårdens ytor nyttjas för konferens.

4.3 Antalet personer närvarande

Antal personer som antas vistas i det planerade området beräknas olika beroende på vilket användningsområde bebyggelsen syftar till. För persontäthet gällande kontor (38 personer/1000 m^2 dagtid) och bostäder (13 personer/1000 m^2 dagtid och 25 personer/1000 m^2 nattetid) används samma uppgifter som användes i en tidigare riskutredning för samma planprogram (Norconsult, 2019). För persontäthet gällande parkeringshuset används samma uppgifter i en annan riskutredning som Norconsult (2022) har genomfört (beläggning 50%, 2 byten per plats och 2 personer per fordon).

För hotellet baseras persontätheten på en tidigare utredning och statistik. En tidigare utredning från Norconsult hade likt detta hotell 200 rum, motsvarande 400 bäddar men en lägre beläggningsgrad (Norconsult, 2025). Enligt statistik från 2023 är beläggningsgraden för hotell i Skövde 57% (Visita, 2025). Av gästerna är 60% företagsgäster och 40% privatpersoner. Då en del av hotellet och den befintliga gamla ladugården kan komma att bli besöksanläggningar vid exempelvis konferens separeras beräkningarna för företagsgäster och företagsgäster på konferens. På natten antas 100% personnärvaro i hotellet för både privatpersoner och företagsgäster. Av privatpersonerna och företagsgästerna som inte är på konferens antas 50% vara närvarande dagtid.

Företagsgästers närvaro under dagtid får ett tillägg av personer baserat på antagandet att det hålls en mindre konferens en gång i veckan som delvis hålls inom hotellets ramar och delvis i den gamla ladugården. Personalnärvaron baseras på att det likt den tidigare utredningen av Norconsult i snitt går 6 besökare per personal, varav en majoritet befinner sig inom hotellet. Av personalen antas 80% vara på plats på dagen och 20% vara på plats på natten baserat på den tidigare utredningen (Norconsult, 2025).

I beräkningarna av persontäthet har det tagits hänsyn till att de olika användningsområdena har olika närvaro under dagtid (kl. 06:00-18:00) och nattetid (kl. 18:00-06:00). För bostäder antas att 7% av personerna befinner sig utomhus på dagtid, och för kontor och hotell antas motsvarande siffra vara 3%. Under nattetid antas 99% av de boende befinna sig inomhus och 1% utomhus.

I osäkerhetsanalysen antas 25% fler personer vara närvarande. En sammanställning över antalet närvarande personer kan ses i Tabell 2.

Tabell 2. Antal personer närvarande i planområdet.

	Personer dagtid	Personer nattetid	Osäkerhetsanalys – Personer dagtid	Osäkerhetsanalys – Personer nattetid
Hotell + konferens	160	238	200	295
Kontor	629	0	787	0
Bostäder	322	620	403	775
Parkeringshus	7	2	9	3
Totalt	**1 125**	**865**	**1 399**	**1 073**

5 Riskidentifiering

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

5.1 Verksamheter som hanterar farligt gods

En inventering av riskkällor inom och i anslutning till programområdet har genomförts av Norconsult (2019). Där ingår bland annat den numera nedlagda Mariesjöterminalen, vilket Norconsult (2021) genomförde en fördjupad riskutredning kring. Riskerna från verksamheter i närområdet anses därmed ha beaktats i tidigare utredningar och behandlas inte vidare i denna riskutredning.

5.2 Väg 26

Väg 26 löper 500 meter öster om planområdet och är utpekad som rekommenderad primär transportled för farligt gods. Transportleden ligger på ett avstånd på över 150 meter från planområdet, vilket innebär att denna riskutredning inte tar hänsyn till farligt gods som passerar på vägen. Detta eftersom Länsstyrelsen (2006) anger att allt över 150 meter från en transportled med farligt gods är ett tillräckligt stort skyddsavstånd för att inte behandla riskerna kopplat till transporterna.

5.3 Västra stambanan

Väster om planområdet ligger järnvägen Västra stambanan. Bebyggelse planeras inom 150 meter från järnvägen, vilket innebär att en riskutredning med hänsyn till farligt gods ska genomföras.

De angivna klasserna i Kapitel 3 omfattar var för sig ett stort antal olika ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste antalet transporter beräknas för de ämnesgrupperna med de högsta risknivåerna. Detta görs nedan utifrån tillgänglig statistik på området. Det är ämnen i klasserna 1, 2.1, 2.3, 3 och 5 som kan leda till olyckor med betydande konsekvenser för området och som används i riskberäkningarna.

I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ØSA, 2004). Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (exempelvis bensin) sätts till 75 %. 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.

Antal transporter av farligt gods hämtas från en tidigare genomförd utredning (COWI, 2016). I denna utredning anges transporter av farligt gods på Västra stambanan vara enligt Tabell 3.

Tabell 3. Vagnar med farligt gods på Västra stambanan som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	4
2.1 Brandfarliga gaser	5 300
2.3 Giftiga gaser	400
3 Mycket brandfarliga vätskor	15 000
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	6 100

För att ta hänsyn till osäkerheten i antalet transporter har en osäkerhetsanalys genomförts med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 3.

Sannolikheten för olyckor på järnvägen förbi aktuellt område har beräknats med den av Trafikverket angivna metoden (Banverket, 2001). Beräkningarna visas i *Bilaga 1*. Sannolikheten för en olycka har beräknats till 2,8 x10^{-8} per vagnkilometer och år. I beräkningar har hänsyn tagits till att det är 3 växlar på ena spåret och 2 växlar på det andra.

Enligt nationell järnvägsdatabas (Trafikverket, 2026) är högsta tillåtna hastighet för tåg på sträckan 160 km/h för A-tåg (majoriteten av godstågen är A-tåg).

Sannolikheten för olyckor är mycket liten för varje enskild vagn som transporteras. På järnvägar med mycket transporter av farligt gods kan det transporteras flera tusen vagnar årligen, vilket gör att riskerna inte är försumbara.

5.4 Uppställningsspår

Nordväst om planområdet planerar Trafikverket för uppställningsspår som huvudsakligen ska användas för uppställning av persontåg men kan vid enstaka tillfällen nyttjas av godståg. Det går därför inte att utesluta att uppställningsspåren även kommer användas för uppställning av vagnar som innehåller farligt gods. Trafikverket har inte kunnat ange hur många vagnar med farligt gods som kommer nyttja uppställningsspåren men de bedömer att det är ytterst få. Trafikverket anger att uppställningsspåren kommer användas exempelvis om passerande godståg behöver stanna och växla bort en vagn med en vagnskada. Ett konservativt antagande är att maximalt var 1 000:e vagn/tåg behöva växla in på uppställningsspåren.

Med antagandet om att 0,1 % av transporterade vagnar på Västra stambanan växlar in på uppställningsspåret så resulterar det i antal vagnar som använder uppställningsspåret enligt Tabell 4. Ämnen i klass 1.1 och klass 2.3 avrundas konservativt uppåt till 1 vagn.

Tabell 4 Vagnar med farligt gods på uppställningsspåren som innebär betydande risker för planområdet.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	1
2.1 Brandfarliga gaser	6
2.3 Giftiga gaser	1
3 Mycket brandfarliga vätskor	15
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	7

Normal hastighetsbegränsning vid rangering är 40 km/h. Enligt nationell järnvägsdatabas (Trafikverket, 2026) är högsta tillåtna hastighet för spåren i dagsläget 40 respektive 20 km/h för A-tåg (majoriteten av godstågen är A-tåg).

Precis som för Västra stambanan har sannolikheten för olyckor på uppställningsspåren vid planområdet beräknats med den av Trafikverket angivna metoden (Banverket, 2001). Beräkningarna och händelseträd specifika för tåghastigheter under 40 km/h visas i *Bilaga 1*. Sannolikheten för en olycka har beräknats till 3,5 x10^{-8} per vagnkilometer och år. I beräkningar har hänsyn tagits till att det är 3 växlar på ena spåret och 2 växlar på det andra.

6 Riskanalys och riskvärdering

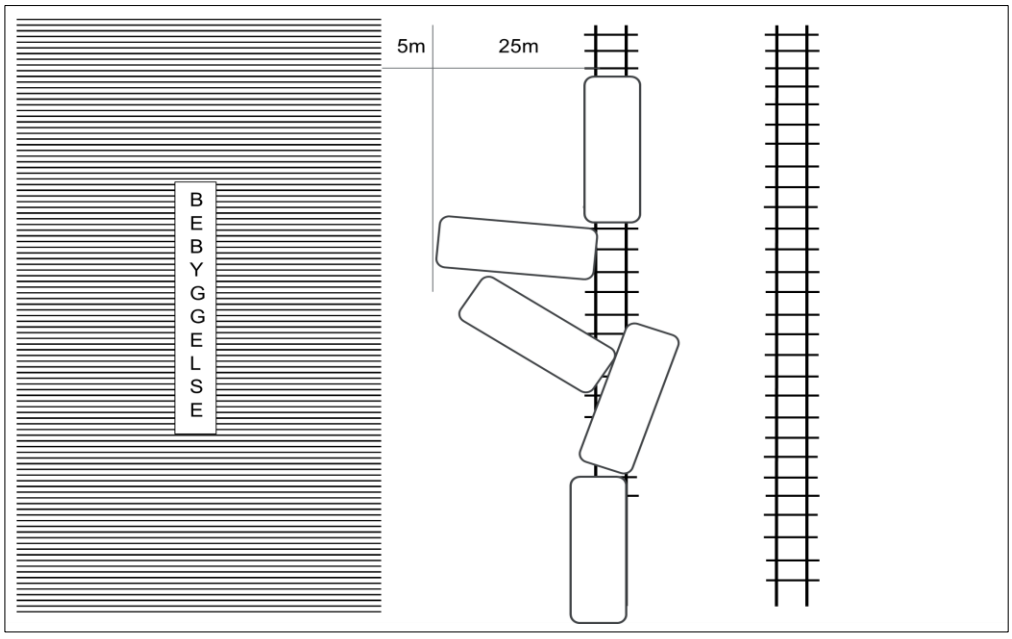
I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individrisk för urspårning såväl som individ- och samhällsrisk utan skyddsåtgärder för transporter av farligt gods på Västra stambanan och uppställningsspåren. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys för individ- och samhällsrisk för Västra stambanan. För individrisken i osäkerhetsanalysen ökas antalet transporter av farligt gods med 25%. För samhällsrisken i osäkerhetsanalysen ökas både antalet transporter av farligt gods sam antalet personer närvarande i området med 25%. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området redovisas i Kapitel 4 & 5.

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

6.1 Urspårningsrisk

Vid en urspårning är det två olika händelseförlopp som kan inträffa. I det första förloppet spårar tåget ut utan att några tågvagnar viker sig på ett betydande sätt. Hastigheten som tåget har när det spårar ur har betydelse för hur långt tåget förflyttar sig och huvudsakligen rör sig tåget i den färdriktning som tåget har vid urspårning. För denna typ av urspårning finns teoretiska modeller. Längsta sträckan som det urspårade tåget förväntas gå längs med spåret är lika med $v^2/80$ där v är tåghastigheten. Längsta avståndet som tågdelar förväntas hamna från spåret är lika med $v^{0,55}$ (IUR, 2003). Den maximalt tillåtna tåghastigheten på Västra stambanan förbi området är 160 km/h. Detta innebär att tåget kan spåra ur över ett avstånd på cirka 320 meter och når som längst cirka 16 meter från spåret. Motsvarande hastighet på uppställningsspåren är 40 km/h. Det innebär att tågen kan spåra ur över ett avstånd på cirka 20 meter och når som längst cirka 8 meter från spåret. Jämfört med avståndet på cirka 25 meter till planerad bebyggelse i Figur 8 så bedöms inte tågvagnar kunna nå planerad bebyggelse. Beräkningarna tar inte hänsyn till eventuell nivåskillnad mellan järnväg och närliggande område.

Det andra händelseförlopp som kan inträffa vid urspårning är att tågets främre del bromsas upp snabbare än dess bakre del så att tågvagnarna viker sig som ett dragspel, se Figur 10.



Figur 10. Urspårning av tåg där tågdelar viker sig (Länsstyrelsen, 2000:01).

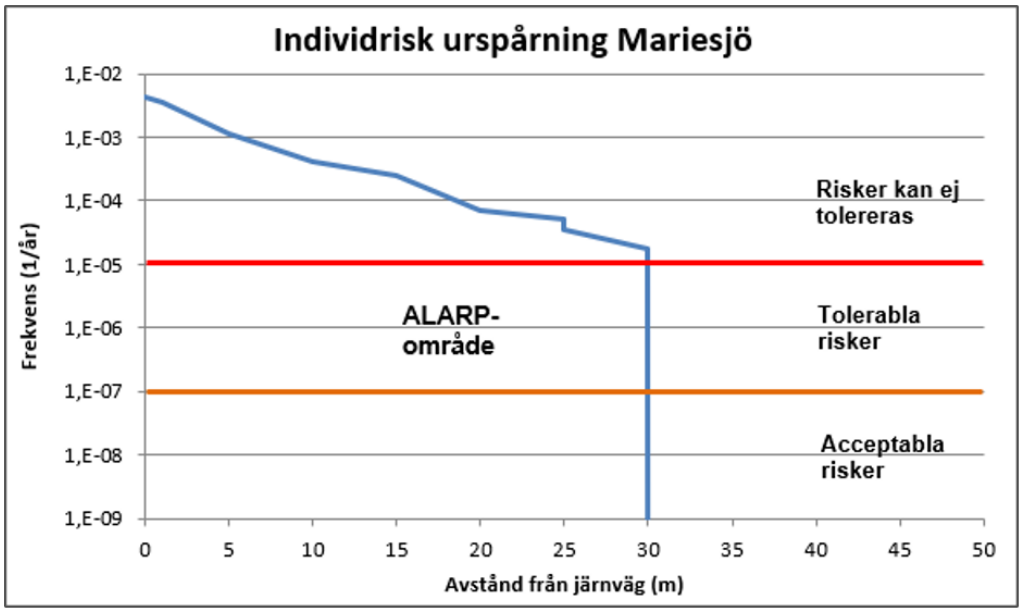
Delar av tåget kan hamna på större avstånd från spåret beroende på att tågets främre del bromsas in snabbare än bakomliggande vagnar. Delar av tåget trycks åt sidan och hamnar på tvären. Friktionskrafterna på dessa vagnar är då större och avståndet som dessa vagnar färdas blir mindre.

Enligt statistik över urspårningsolyckor i Sverige (Banverket, 2001) är fördelningen mellan avståndet från spåret som tågdelar kan hamna enligt Tabell 5.

Tabell 5. 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%

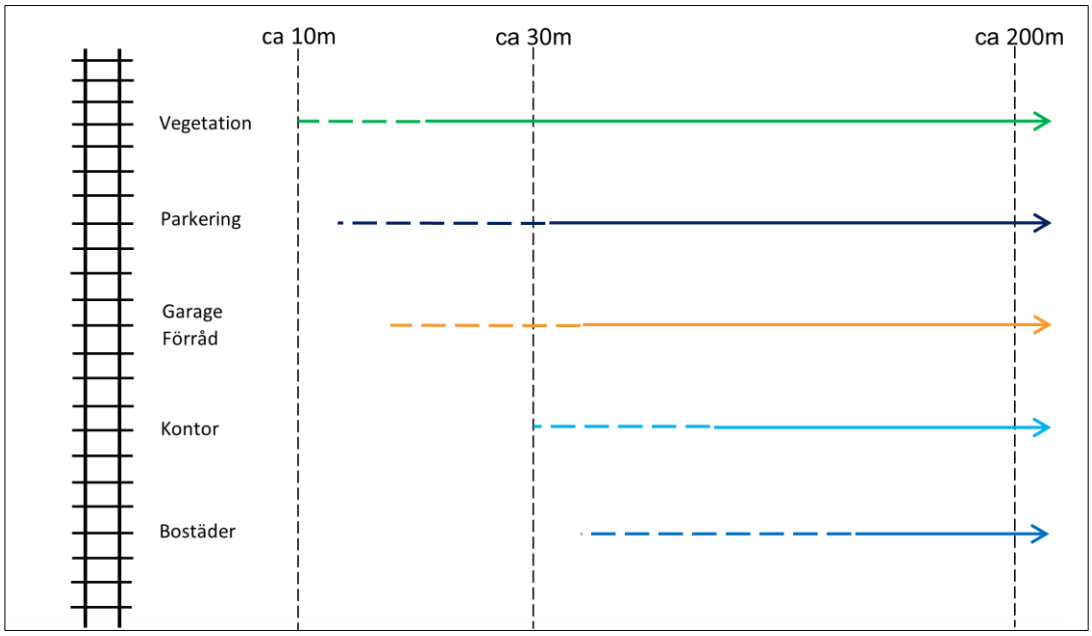
Utifrån Tabell 5 och antalet tåg som transporteras utmed sträckan kan en individrisk för urspårning av tåg beräknas för Västra stambanan. Sannolikheten för tågurspårning beräknas enligt den av Trafikverket angivna metoden (Banverket, 2001) för en kombination av persontåg och godståg vid hastigheter över 40 km/h. Individrisken på grund av urspårning redovisas i Figur 11.



Figur 11. Beräknad individrisk på grund av tågurspårning på Västra stambanan förbi planområdet.

I Figur 11 kan det utläsas att individrisken från urspårande farligt-godståg på Västra stambanan är inom området där risker ej kan tolereras upp till 30 meter från järnvägen. Vid bebyggelse inom 30 meter ska skyddsåtgärder ovillkorligen genomföras och deras skyddseffekt ska verifieras. Området inom 30 meter bör heller inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus. Från 30 meter är individrisken acceptabel och således krävs inga skyddsåtgärder med avseende på urspårningsrisken då planområdet ligger på ett längre avstånd än så från järnvägen.

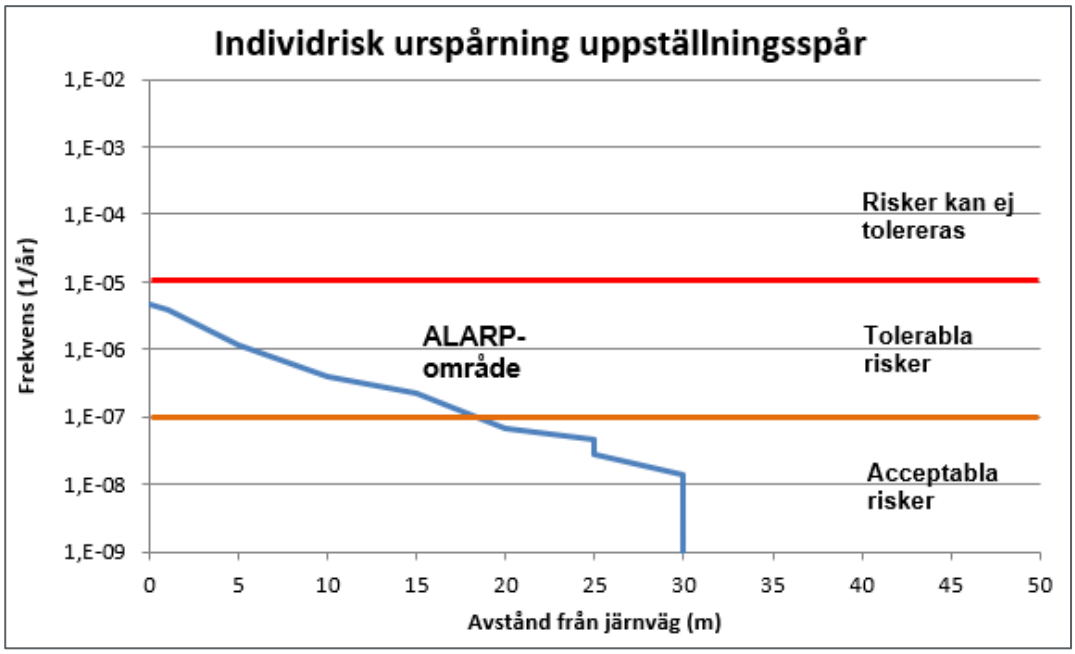
Sammanfattningsvis är bedömningen att ett säkerhetsavstånd på 30 meter från spårmitt på Västra stambanan till ny bebyggelse bör hållas. Detta är dessutom något som Trafikverket i normala fall förespråkar (Trafikverket, 2017), se Figur 12. Figuren tolkas som att den skarpa linjen är minimiavstånd och att de streckade delen av linjerna kan vara acceptabla under vissa omständigheter.



Figur 12. Generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter.

Ett sådant avstånd ger utrymme för räddningsinsatser om det skulle ske en olycka, ökade möjligheter att underhålla järnvägen och bebyggelsen samt möjliggör en viss utveckling av järnvägsanläggningen.

Uppställningsspåret ligger som närmst på ett avstånd av cirka 25 meter från den planerade bebyggelsen. På samma sätt som för Västra stambanan har individrisken beräknats utifrån Tabell 5 och antalet tåg som transporteras utmed sträckan. Sannolikheten för tågurspårning beräknas enligt den av Trafikverket angivna metoden (Banverket, 2001) för både persontåg och godståg vid hastigheter under 40 km/h. Individrisken på grund av urspårning på uppställningsspåren redovisas i Figur 13.



Figur 13 Beräknad individrisk på grund av tågurspårning på uppställningsspåren förbi planområdet.

I Figur 13 kan det utläsas att individrisken från urspårande tåg på uppställningsspåren är inom ALARP-området upp till cirka 18 meter från närmaste räl. Från 18 meter är individrisken acceptabel och således krävs inga skyddsåtgärder med avseende på urspårningsrisken då närmaste byggrätt ligger på ett längre avstånd än så från järnvägen.

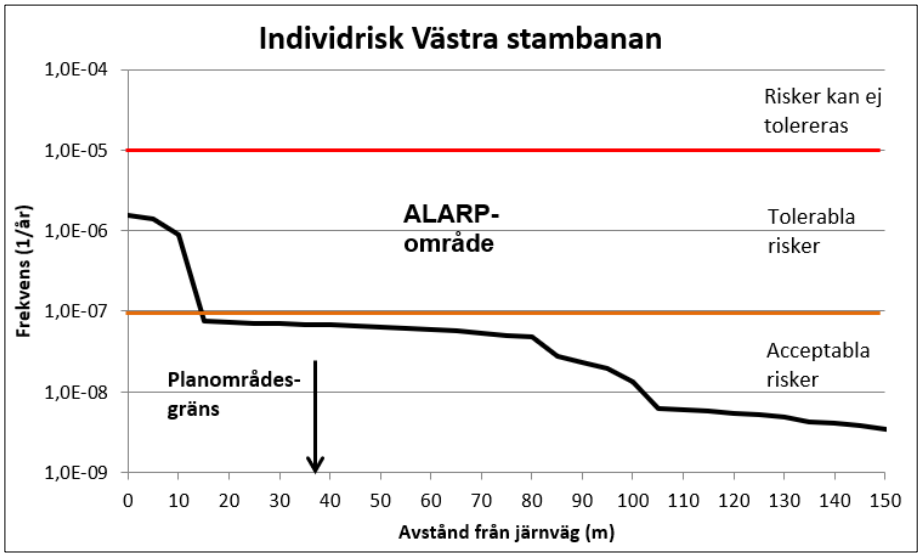
Enligt Figur 12 så förespråkar Trafikverket i normala fall ett avstånd på 30 meter från spårmitt till närmaste bebyggelse som inrymmer exempelvis kontor eller bostäder. Ett sådant avstånd ger utrymme för räddningsinsatser om det skulle ske en olycka, ökade möjligheter att underhålla järnvägen och bebyggelsen samt möjliggör en viss utveckling av järnvägsanläggningen.

I nordvästra delen av planområdet finns en lokalgata vilket gör att Räddningstjänsten har god tillgänglighet både till järnvägsanläggningen och bebyggelsen i planområdet vid olycka. Detaljplanen ger förutsättningar för Trafikverket att kunna köra på parkmark i områdets nordvästra del för att kunna underhålla järnvägsanläggningen (Skövde kommun, 2025). Möjligheten till underhåll av bebyggelse bedöms vara god eftersom det finns en väg mellan bebyggelsen i planområdet och stickspåret. Utveckling av järnvägsanläggningen bedöms inte vara aktuellt då Västra stambanan redan planeras att byggas ut samt att uppställningsspår inte kräver utbyggnad i samma utsträckning. Annan utveckling kopplad till bullerskydd bedöms inte heller bli aktuellt då det är ett uppställningsspår med begränsad trafik.

Sammanfattningsvis bedöms avsteg från Trafikverkets generella råd om avstånd till järnvägsspår från olika typer av verksamheter kunna göras i detta fall enligt bedömningar ovan. Beräkningar visar på acceptabla risknivåer för individrisken vid urspårning samt individ- och samhällsrisken för transporter av farligt gods.

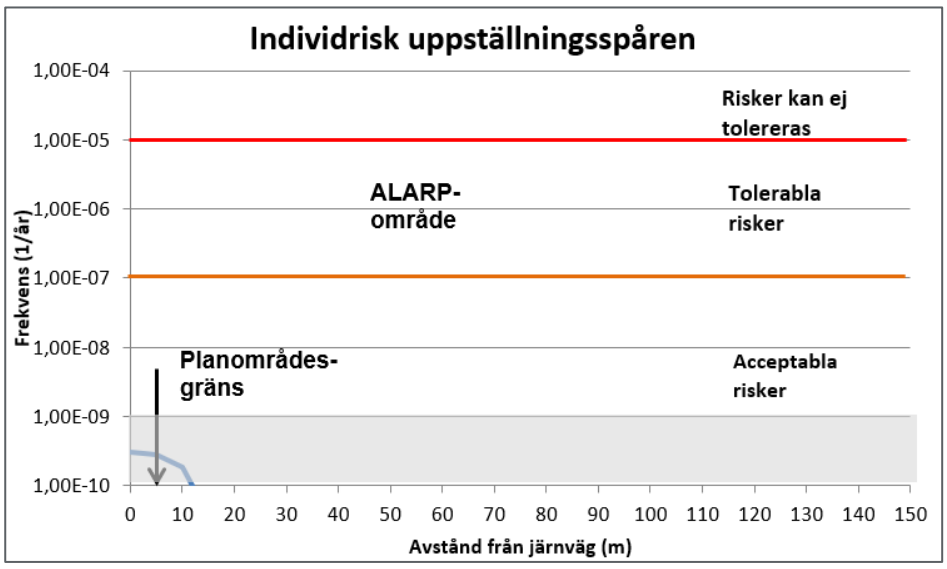
6.2 Individrisk farligt gods

I Figur 14 visas individrisken i området på grund av farligt gods på Västra stambanan. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå från cirka 15 meter från Västra stambanan, vilket avstånd även gäller från ett eventuellt framtida spår. Planområdet ligger cirka 50 meter från järnvägen, vilket innebär att risknivån anses som acceptabel. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder måste vidtas. Däremot bör områden inom 15 meter från Västra stambanans närmaste räls inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus.



Figur 14. Individrisken vid planområdet längs Västra stambanan (mätt utifrån ett eventuellt framtida spår).

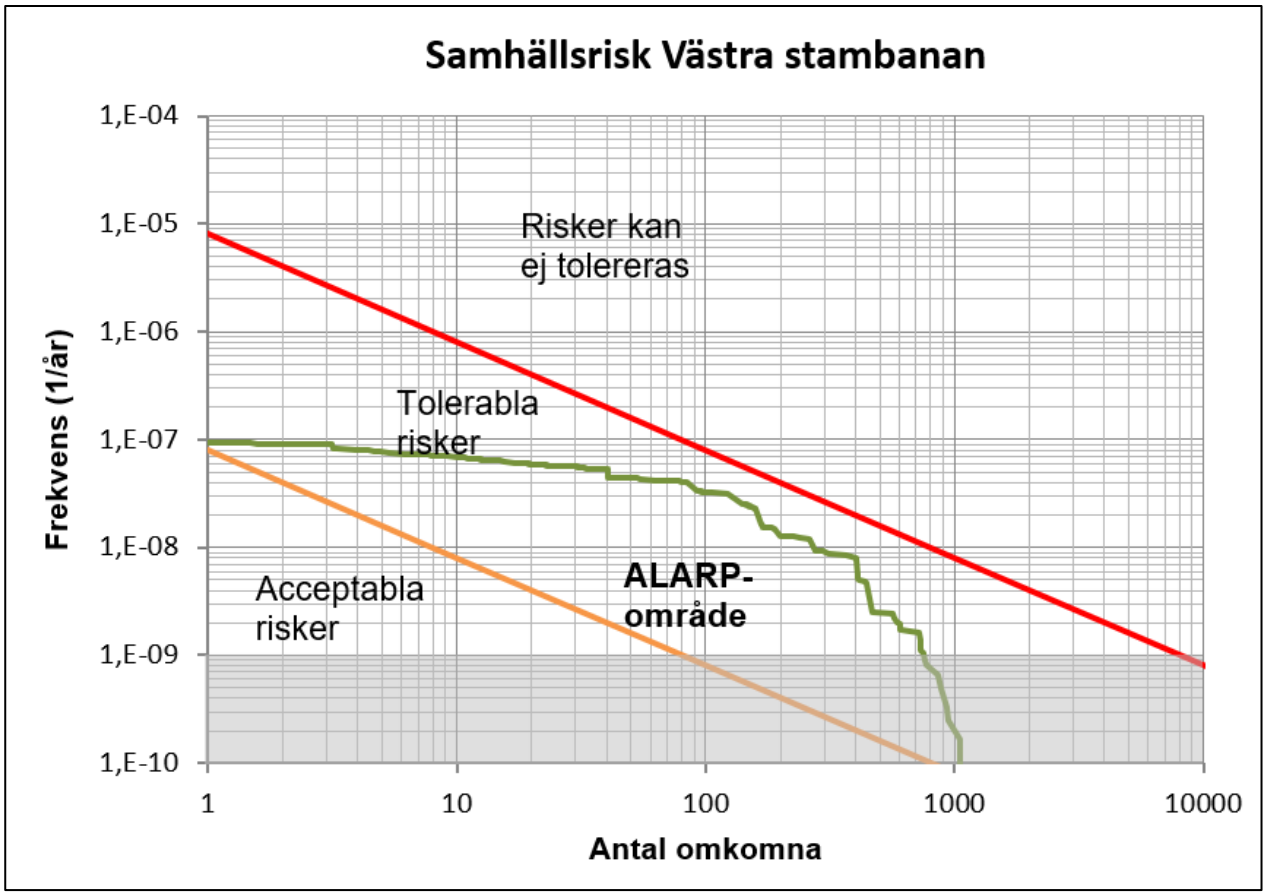
Beräkningen av individrisk för farligt gods på uppställningsspåren presenteras i Figur 15. I diagrammet kan det utläsas att individrisken är låg och med god marginal (cirka faktor 500) under ALARP-området där skyddsåtgärder krävs. Gråmarkerat område i diagrammet visas normalt inte i beräkningarna men redovisas här för transparens. Detta innebär att inga riskreducerande åtgärder måste vidtas.



Figur 15 Individrisken vid planområdet vid uppställningsspåren.

6.3 Samhällsrisk

I Figur 16 visas samhällsrisken från transporter av farligt gods på Västra stambanan för planområdet.

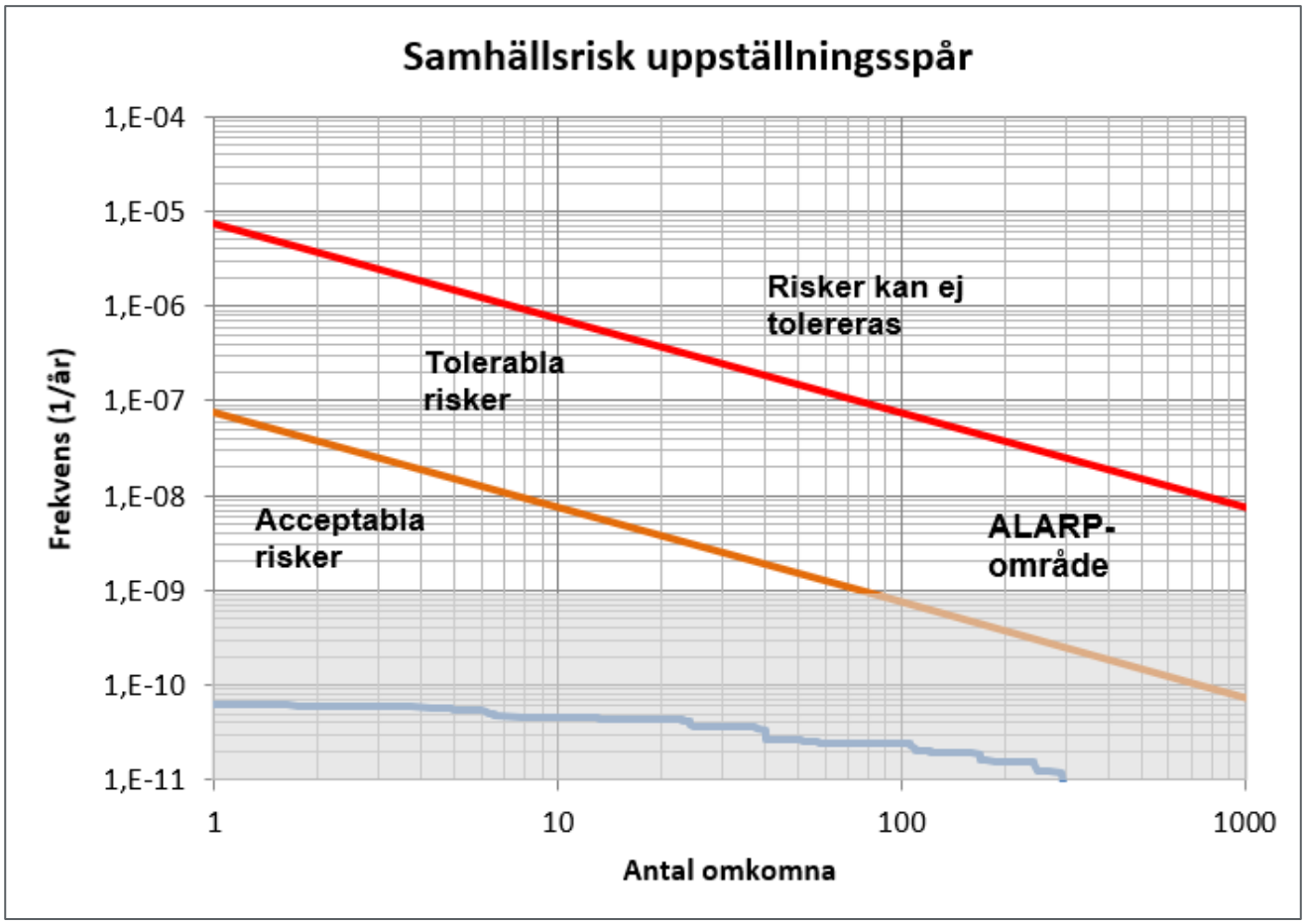


Figur 16. Samhällsrisken från Västra stambanan.

I normala fall brukar en sannolikhet på $1x10^{-9}$ användas som lägsta värdet i y-led och antalet omkomna på 1 000 som högsta värdet i x-led för att visualisera samhällsrisken. För att vara transparent i redovisningen av samhällsrisken presenteras samhällsrisken i med sannolikhet $1x10^{-10}$ som lägsta värdet i y-led och antalet omkomna på 10 000 som högsta värdet i x-led markerat i grått.

Beräkningen visar på relativt höga risknivåer och något högre än tidigare riskutredningar i Mariesjöområdet. Detta bedöms bero på den större mängden personer som kommer befinna sig i området jämfört med andra riskutredningar i området.

I Figur 17 visas samhällsrisken på grund av farligt gods på uppställningsspåret.



Figur 17 Samhällsrisk från uppställningsspåren.

I normala fall brukar en sannolikhet på $1x10^{-9}$ användas som lägsta värdet i y-led för att visualisera samhällsrisken. För att vara transparent i redovisningen av samhällsrisken presenteras samhällsrisken i Figur 17 med sannolikhet $1x10^{-11}$ som lägsta värdet i y-led markerat i grått.

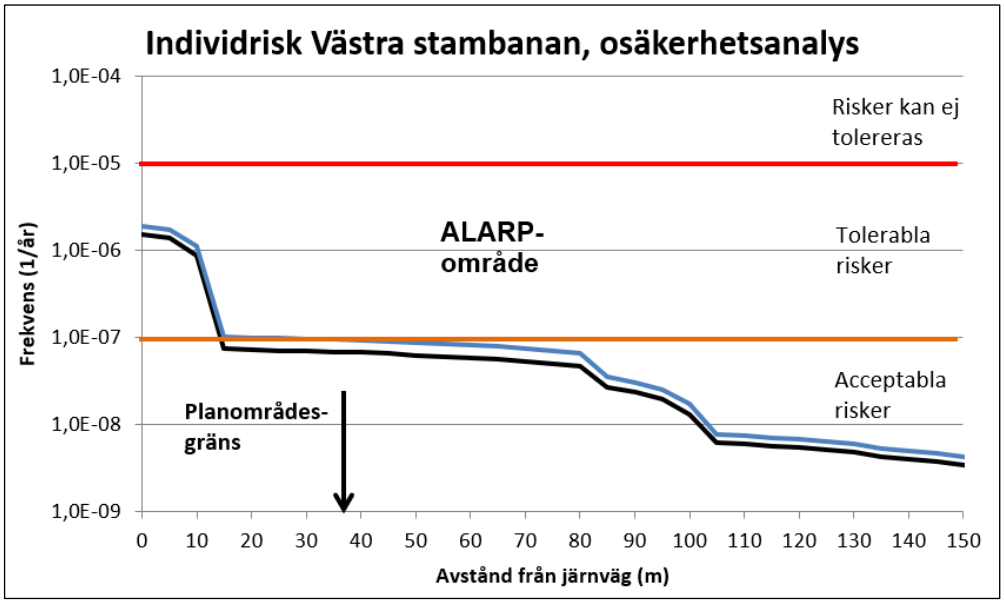
Beräkningen visar på mycket låga risknivåer på grund av farligt gods på uppställningsspåret. Risknivåerna befinner sig på minst en faktor 50 under det kriteriet som innebär att skyddsåtgärder ska införas. Risknivåerna på grund av uppställningsspåret är således inte dimensionerande för planområdet och behandlas därmed inte vidare.

6.4 Osäkerhetsanalys

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

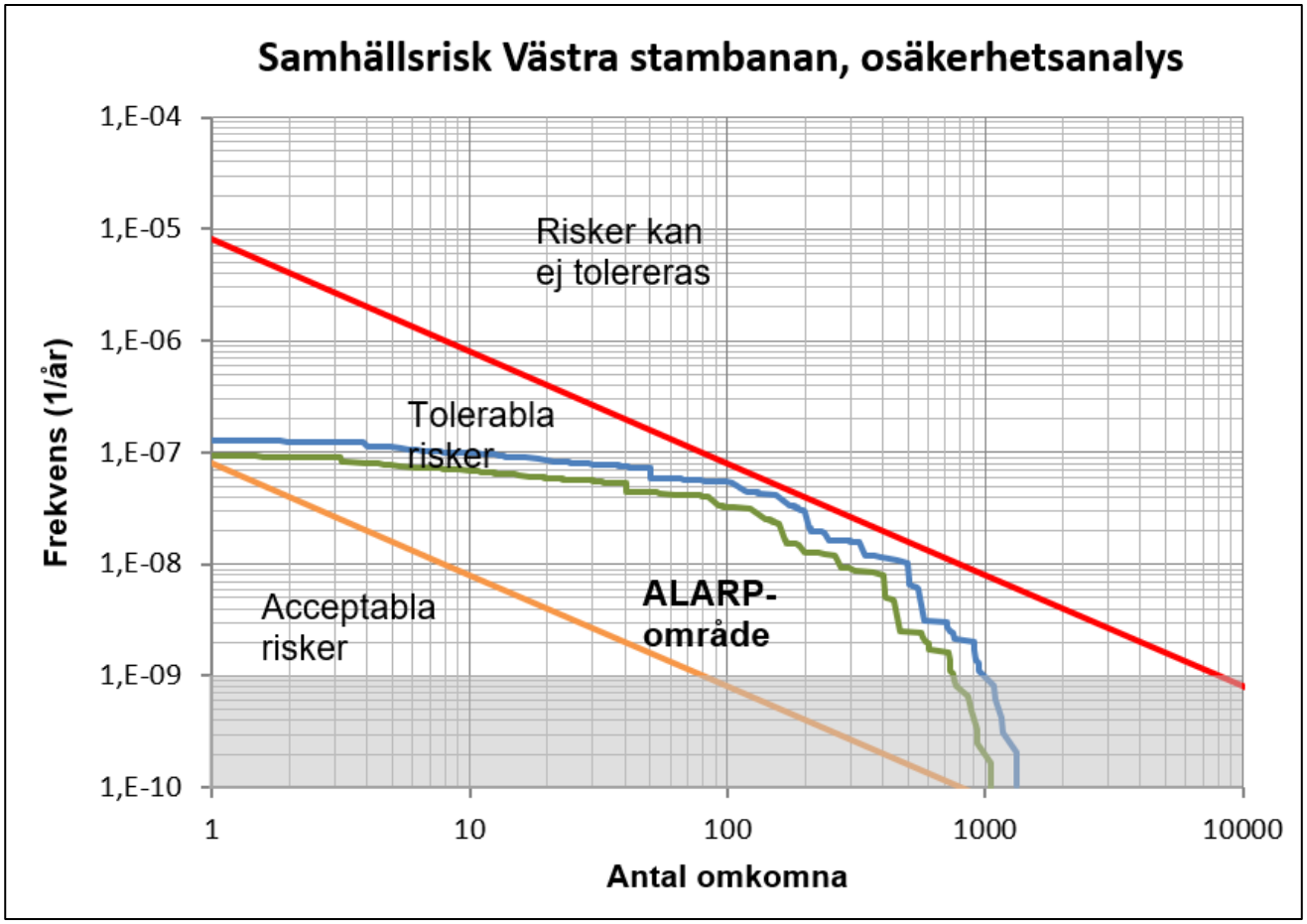
Ytterligare en källa till osäkerhet för samhällsrisken kan vara att det inte helt går att förutspå hur många personer som kommer att vistas inom området. I osäkerhetsanalysen studeras därför risknivåerna om det är 25 % fler personer på plats i planområdet.

Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på Västra stambanan presenteras i Figur 18. Enligt beräkningarna ökar risknivån men är fortsatt acceptabel.



Figur 18. Individrisken vid planområdet längs Västra stambanan. Ursprunglig beräkning illustreras med svart linje och osäkerhetsanalysen illustreras med blå linje.

I osäkerhetsanalysen har antalet transporter av farligt gods samt antalet personer närvarande i planområdet ökat med 25%, se Figur 19. Resultatet visar på fortsatt tolerabla nivåer med avseende på risker för transporter av farligt gods. Det stärker att de antaganden som legat till grund för beräkningar av riskbilden är robusta. Likt tidigare beräkning utökas redovisningsområdet för FN-diagrammet även för osäkerhetsanalysen för att öka transparensen och redovisa en mer komplett bild av risknivåerna.



Figur 19. Samhällsrisk för planområdet. Ursprunglig beräkning illustreras med grön linje och osäkerhetsanalysen med blå linje.

6.5 Riskberäkning skyddsåtgärder

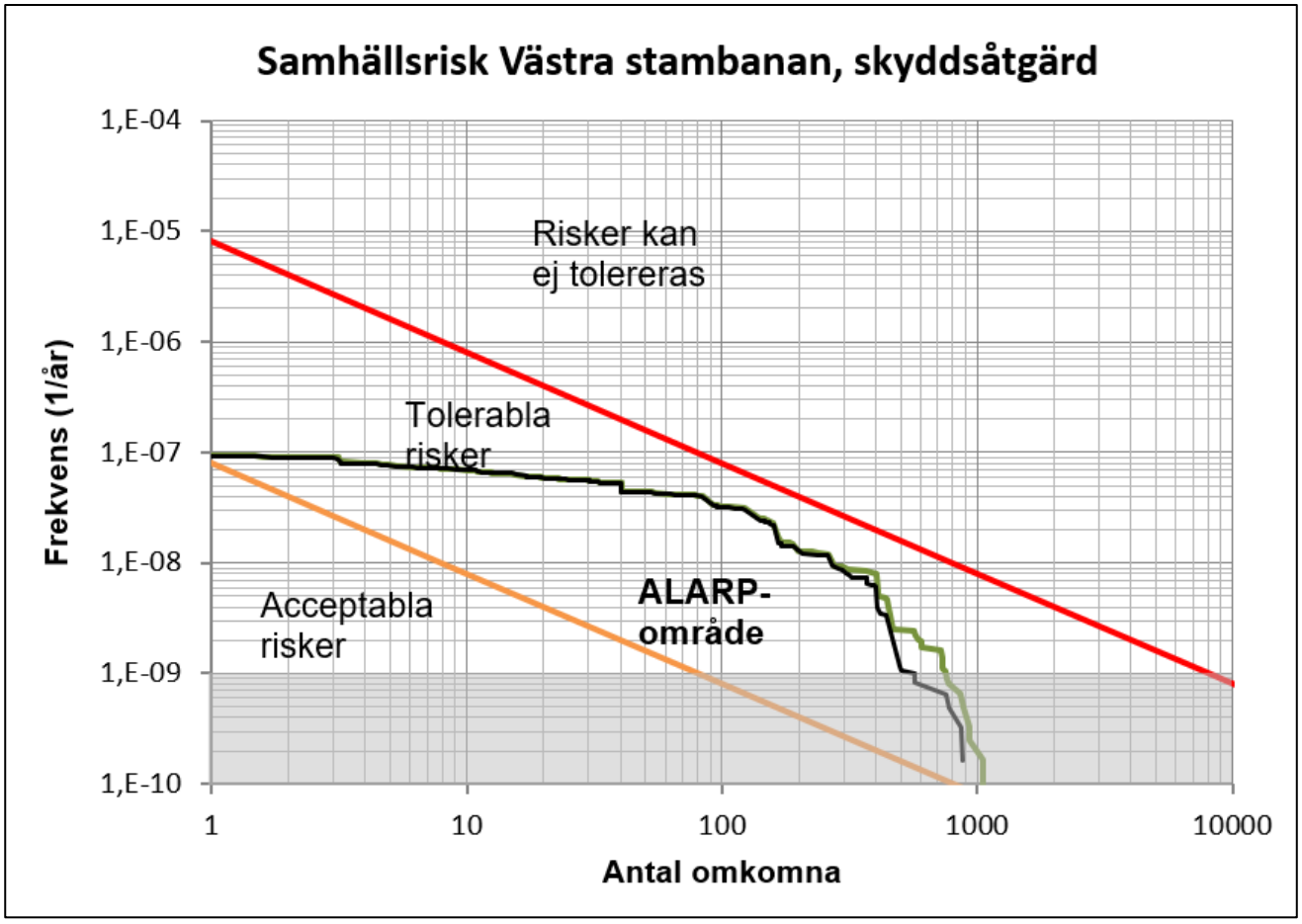
Med hänsyn till transporterade klasser och dimensionerande olycksscenarion föreslås att för bebyggelse inom 130 meter från Västra stambanan (145 meter från nuvarande spår) ska fasader och fönster upp till 6 meters höjd uppföras i obrännbart material. Detta för att gasmolnsbrand har ett konsekvensområde på 130 meter. Utsläpp av brännbar gas i luft kan antändas direkt och orsaka en så kallad jetflamma. Om gasen inte antänds direkt bildas först ett brännbart gasmoln som sedan kan antändas relativt omgående eller driva i väg och antändas över bebyggelsen. Brandfarliga gaser är i regel tunggaser som håller sig nära markytan.

Fasader inom 80 meter från Västra stambanan (95 meter från nuvarande spår) som vetter mot Västra stambanan ska utföras i minst brandklass EI30 för att skydda mot scenario jetflamma. Skyddsåtgärder i form av brandklassade och obrännbara fasader innebär ett skydd mot en del av brandscenariona men inte alla.

Med bakgrund av detta i antas en skyddseffekt på mellan 50% och 80% för brandscenarion beroende på scenario och vindriktning i beräkningarna.

Utöver skyddsåtgärd som skyddar mot brandscenarion föreslås också åtgärder som möjlighet till utrymning bort från transportleden samt ventilationsåtgärder. Dessa åtgärders skyddseffekter är svårkvantifierade och således görs ingen beräkning av dess skyddande effekt.

Figur 20 visar samhällsrisken i den ursprungliga beräkningen och alternativet där brandskydd är inkluderat som skyddsåtgärd. I figuren kan det utläsas att risknivån sjunker något om fasader i minst brandklass EI30 samt obrännbara fasader uppförs.



Figur 20. Samhällsrisken för den ursprungliga beräkningen och med brandskydd som skyddsåtgärd. Ursprunglig beräkning illustreras med grön linje och beräkning av brandskydd illustreras med svart linje.

7 Diskussion och slutsats

För Västra stambanan visar riskberäkningarna av individrisken att risknivån är på acceptabla nivåer. Samhällsrisken hamnar inom ALARP-området både i den ursprungliga analysen och i osäkerhetsanalysen.

Att risknivåerna är inom ALARP-området innebär att skyddsåtgärder som är rimliga, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. Inom planområdet föreslås följande skyddsåtgärder på ny bebyggelse:

- Fasader upp till 6 meters höjd på byggnader inom 130 meter (145 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan ska utformas med ett ytskikt i obrännbart material.
- På byggnader inom 80 meter (95 meter från nuvarande spår) ska fasader inklusive fönster som vetter mot Västra Stambanan utformas i brandklass minst EI30.
- Utrymning ska vara möjlig bort från Västra stambanan på byggnader inom 150 meter (165 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan.
- Ventilation ska placeras högt och vänd bort från Västra stambanan på byggnader inom 150 meter (165 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan.
- Områden inom 30 meter (45 meter från nuvarande spår) från Västra stambanan ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus.

Skyddsåtgärderna har bedömts utifrån att de ska vara applicerbara oavsett utbyggnadsordning. Det är alltså inte en förutsättning att bebyggelsen i västra delen av planområdet byggs innan bebyggelsen i östra delen av planområdet.

Då uppställningsspår är aktuella på ett avstånd av 25 meter från bebyggelsen har en riskbedömning av dessa genomförts. Beräkningar av individrisk på grund av urspårning samt individ- och samhällsrisk till följd av transporter av farligt gods visar på försumbara risker från uppställningsspåren. Bedömning av möjligheter till räddningsinsats, underhåll samt utvecklingsmöjligheter av järnvägen visar att avsteg från Trafikverkets generella råd om avstånd till järnvägsspår från olika typer av verksamheter bör kunna göras i detta fall.

Om föreslagna skyddsåtgärder genomförs bedöms risknivån för planområdet vara tolerabel enligt använda riskvärderingskriterier och regelverk.

8 Referenser

Banverket. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket Miljösektionen Rapport 2001:5; 2001-10-22.

COWI. (2016). *Kvantitativ riskutredning för detaljplan kv. Mode, Skövde.* COWI.

IUR. (2003). *Structures Built over Railway Lines – Construction Requirements in the Track Zone (UIC Code 777-2 R), 2nd edition.* International Union of Railways.

Krook & Tjäder. (2025). *Mariesjö 4.*

Länsstyrelsen. (2000:01). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län, Räddnings- och säkerhetsavdelningen.

Länsstyrelsen. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen.* Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län.

Miljöbalken. (1998:808).

Norconsult. (2019). *Riskutredning inför planprogram, Mariesjö.* Göteborg: Norconsult.

Norconsult. (2025). *Uppdatering riskutredning Kungsbacka arena.*

Plan-och bygglagen. (2010:900).

Rtj Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar.* Göteborg: Räddningstjänsten Storgöteborg.

SIS. (2018). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering – Vägledning.* Stockholm: Utgåva 2, ICS: 03.100.01.

Skövde kommun. (2018). Planeringsförutsättningar Mariesjö. Tillhandahållen av Skövde kommun 2018-05-23.

Skövde kommun. (2025). *Detaljplan för Mariesjö 4 m.fl - Planbeskrivning.*

Skövde kommun. (den 27 april 2026). E-post från Ingemar Frid.

SRV. (1997). *Värdering av risk; FoU rapport.* Karlstad: Räddningsverket.

Trafikverket. (2017). *Transportsystemet i samhällsplaneringen. Trafikverkets underlag för tillämpning av 3-5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen.* Trafikverket. Publ. 2016:148.

Trafikverket. (2026). *Nationell Järnvägsdatabas, NJDB*. Hämtat från Trafikverket: https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket

Visita. (2025). *Branschfakta*. Hämtat från https://visita.se/branschfakta/hotell/

ØSA. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.* Øresund Safety Advisers AB.

Bilaga 1 – Beräkning av risker på grund av transport av farligt gods på järnväg

Innehåll

1 Beräkning av sannolikhet för olycka 3

2 Händelseträd 8

2.1 Händelseträd från RBM II 8

2.1.1 Klass 2.1 8

2.1.2 Klass 2.3 9

2.1.3 Klass 3 10

2.2 Klass 1 11

2.3 Klass 5.1 13

3 Konsekvenser av scenario 16

3.1 Klass 1 18

3.1.1 Skador på bebyggelsen 19

3.1.2 Skador utomhus 19

3.2 Klass 5.1 20

3.3 Individrisk 21

Referenser 22

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

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

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

1 Beräkning av sannolikhet för olycka

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 1(2)		Uppdragsnamn:	Riskanalys Mariesjö		2023-03-14
Beräkning av olycksfrekvens enligt Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket 2001:5					
Ingångsdata					
Sträcka	1	km			
Vagnaxel/vagn	2,75				
Tåglängd	447	m			
Vagnlängd	20	m			
Godståg/dag	122				
Persontåg/dag	45				
Pendeltåg/dag	0				
Antal vagnar/tåg	22,4				
Antal tåg/dag	167				
Antal tåg/år	60955				
Antal tåg/v	1172				
Antal växlar	2,5				
Plankorsn. bommar	0				
Plankorsn. ljus	0				
Plankorsn. Kryss	0				
Vagnaxelkm/år	3,7E+06				
Vagnkm	1,4E+06				
Beräkning olycksrisken					
			Intensitet		**Frekvens**
Orsak	**Parameter**		**Spårklass A**	**Spårkl. B o C**	**Spårklass A**	Spårkl. B o C
Rälsbrott	Vagnaxelkm		5,0E-11	1,0E-10	1,9E-04	3,7E-04
Solkurva	Spårkm		1,0E-05	2,0E-04	1,0E-05	2,0E-04
Spårlägesfel	Vagnaxelkm		4,0E-10	4,0E-10	1,5E-03	1,5E-03
Växel sliten	Antal tågpassager		5,0E-09	5,0E-09	7,6E-04	7,6E-04
Växel ur kontroll	Antal tågpassager		7,0E-08	7,0E-08	1,1E-02	1,1E-02
Vagnfel	Vagnaxelkm		3,1E-09	3,1E-09	1,2E-02	1,2E-02
Lastförskjutning	Vagnaxelkm		4,0E-10	4,0E-10	1,5E-03	1,5E-03
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	1,2E-02	1,2E-02
Summa	Olyckor per år/km				**3,8E-02**	**3,9E-02**
Antal tågkm/år					6,1E+04	6,1E+04
Olyckor per tågkm, år					6,3E-07	6,3E-07
Antal vagnkm/år					1,4E+06	1,4E+06
Olyckor per vagnkm, år					2,8E-08	2,8E-08

Färgernas betydelse:	Fylls i
	Standard
	Beräknas

Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och nattetid					
	antal vagnar totalt	antal vagnar dagtid/år	olycksrisk dagtid/km,år	antal vagnar natt/år	olycksrisk natt/km,år
Klass 1, massexplosiv	4,0	1,0	2,8E-08	3,0	8,4E-08
Klass 2.1	5300	1325,0	3,7E-05	3975,0	1,1E-04
Klass 2.3	400	100,0	2,8E-06	300,0	8,4E-06
Klass 3, bensin	15000	3750,0	1,1E-04	11250,0	3,2E-04
Klass 5.1, explosionsrisk	6100	1525,0	4,3E-05	4575,0	1,3E-04
Beräkning antal vagnar med mkt brandfarliga vätskor per godståg					
antal godståg	44530				
andel m bensinvagnar	34%				
Områdesinfo					
Områdets storlek					
	Inne	**Ute**			
Planområdets avstånd lede	75	80	m		
Bredd på hus första raden	40	m			
Områdets längd längs lede	160	m			

Figur 1a. Ingångsdata till riskberäkningarna för Västra stambanan

Ingångsdata 1(2)	Uppdragsnamn:	Riskanalys Mariesjö	2026-02-27

Beräkning av olycksfrekvens enligt Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket 2001:5

Ingångsdata

Sträcka	1	km
Vagnaxel/vagn	2,75	
Tåglängd	447	m
Vagnlängd	20	m
Godståg/dag	0,122	
Persontåg/dag	0,045	
Pendeltåg/dag	0	
Antal vagnar/tåg	22,4	
Antal tåg/dag	0,167	
Antal tåg/år	61	
Antal tåg/v	1	
Antal växlar	2,5	
Plankorsn. bommar	0	
Plankorsn. ljus	0	
Plankorsn. Kryss	0	
Vagnaxelkm/år	3,7E+03	
Vagnkm	1,4E+03	

Färgernas betydelse:	Fylls i
	Standard
	Beräknas

Beräkning olycksrisken

		Intensitet		Frekvens	
Orsak	**Parameter**	**Spårklass A**	**Spårkl. B o C**	**Spårklass A**	Spårkl. B o C
Rälsbrott	Vagnaxelkm	5,0E-11	1,0E-10	1,9E-07	3,7E-07
Solkurva	Spårkm	1,0E-05	2,0E-04	1,0E-05	2,0E-04
Spårlägesfel	Vagnaxelkm	4,0E-10	4,0E-10	1,5E-06	1,5E-06
Växel sliten	Antal tågpassager	5,0E-09	5,0E-09	7,6E-07	7,6E-07
Växel ur kontroll	Antal tågpassager	7,0E-08	7,0E-08	1,1E-05	1,1E-05
Vagnfel	Vagnaxelkm	3,1E-09	3,1E-09	1,2E-05	1,2E-05
Lastförskjutning	Vagnaxelkm	4,0E-10	4,0E-10	1,5E-06	1,5E-06
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	1,2E-05	1,2E-05
Summa	Olyckor per år/km			**4,8E-05**	**2,4E-04**
Antal tågkm/år				6,1E+01	6,1E+01
Olyckor per tågkm, år				7,9E-07	3,9E-06
Antal vagnkm/år				1,4E+03	1,4E+03
Olyckor per vagnkm, år				3,5E-08	1,7E-07

Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och nattetid

	antal vagnar totalt	antal vagnar dagtid/år	olycksrisk dagtid/km ,år	antal vagnar natt/år	olycksrisk natt/km,år
Klass 1, massexplosiv	1,0	0,3	8,85E-09	0,8	2,7E-08
Klass 2.1	6	1,5	5,31E-08	4,5	1,6E-07
Klass 2.3	1	0,3	8,85E-09	0,8	2,7E-08
Klass 3, bensin	15	3,8	1,33E-07	11,3	4,0E-07
Klass 5.1, explosionsrisk	7	1,8	6,19E-08	5,3	1,9E-07

25% av godstrafiken på dagen

Beräkning antal vagnar med mkt brandfarliga vätskor per godståg

antal godståg	44,53
andel m bensinvagnar	34%

Områdesinfo
Områdets storlek

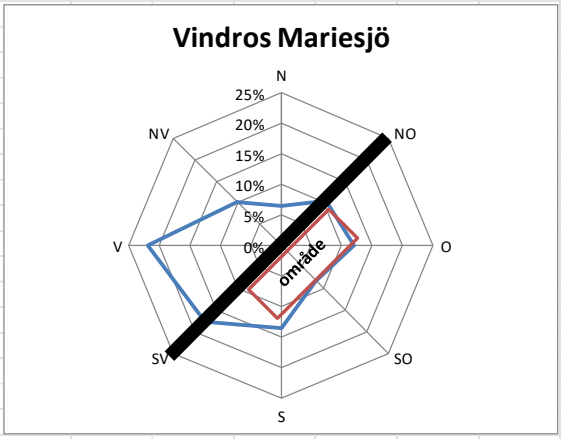
	Inne	Ute	
Planområdets avstånd leden	25	6	m
Bredd på hus första raden	40		m
Områdets längd längs leden	150		m

Figur 1b. Ingångsdata till riskberäkningarna för uppställningsspåren

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 järnvägen framgår. Närmaste mätstation där det finns tillgänglig vindstatistik från SMHI (SMHI 2006) har använts i beräkningarna.

Vindros olycksplatsen Riskanalys Mariesjö ########

Vindros	Karlsborg	
N	6,3%	7%
NO	10,1%	11%
O	11,5%	12%
SO	7,7%	8%
S	13,0%	14%
SV	16,8%	18%
V	20,9%	22%
NV	9,7%	10%
Summa	96%	100%



Ledens orientering	SV-NO
Området	SO

Vindriktning mot området	38%
Vindriktning längs leden	28%
Bort från leden	34%
	100%

	Karlsborg	6,3	10,1	11,5	7,7	13	16,8	20,9	9,7	4

Figur 2. Vindros för planområdet.

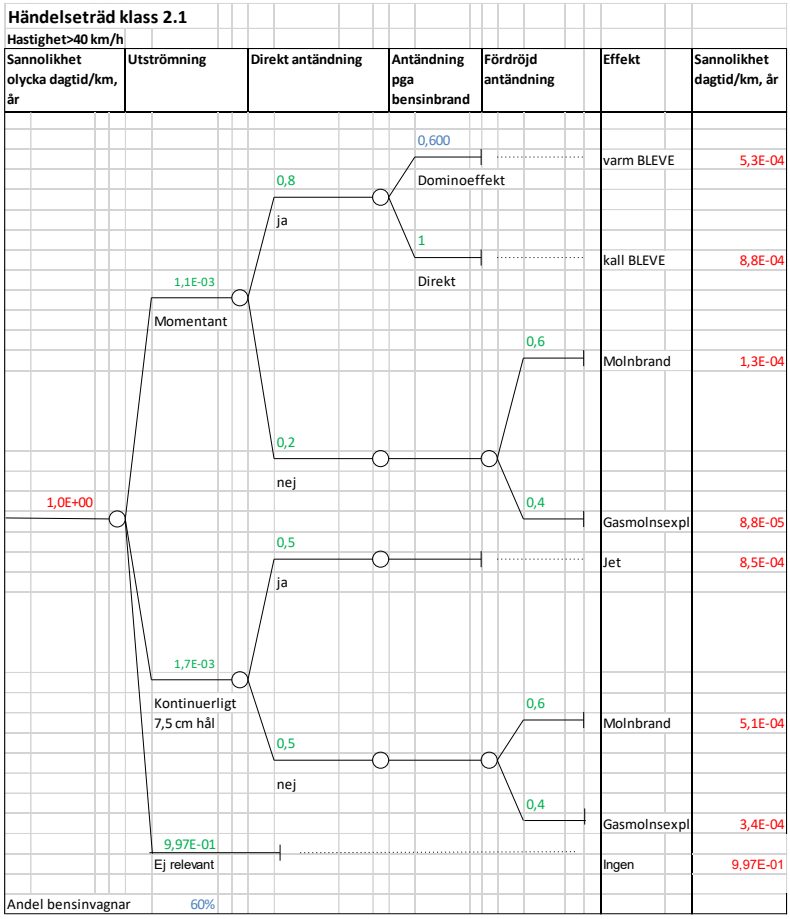
2 Händelseträd

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 händelseträd för var och en av klasserna.

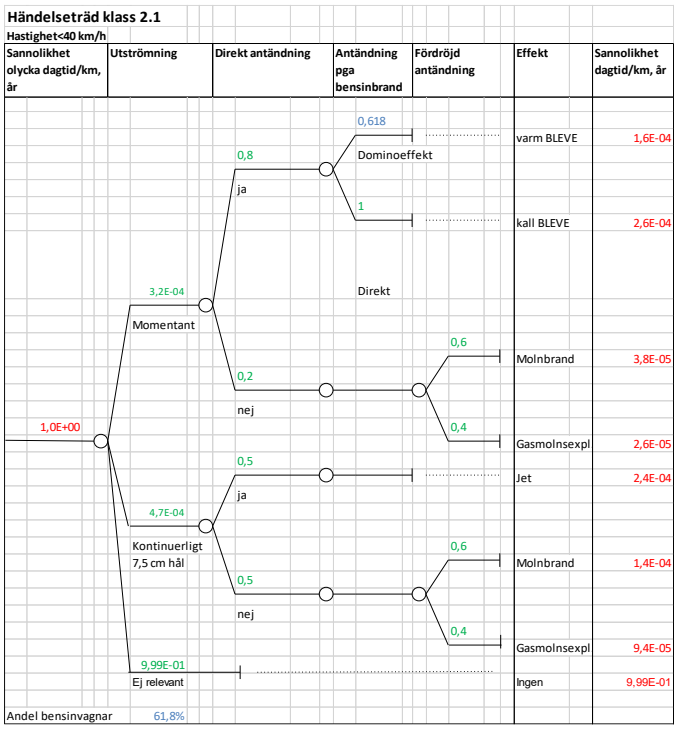
2.1 Händelseträd från RBM II

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

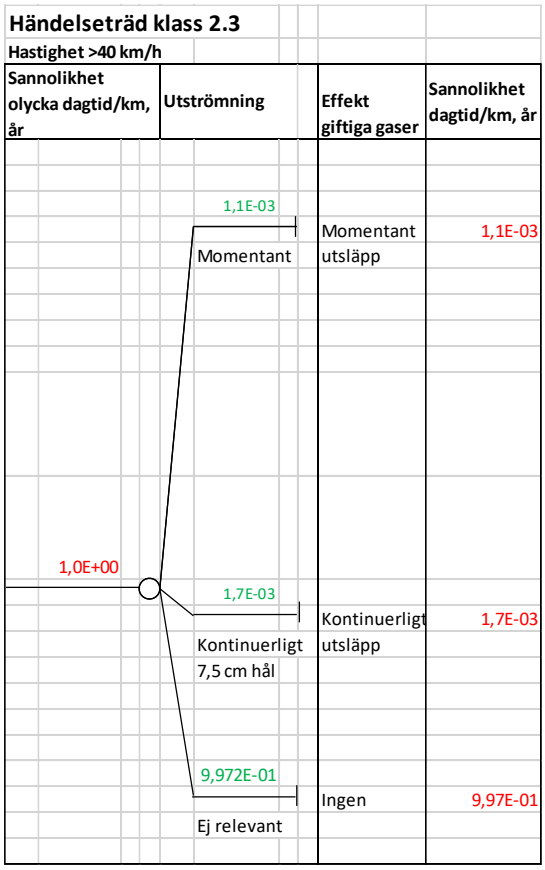


Figur 3. Händelseträd olycka brandfarlig gas, tåghastighet över 40 km/h

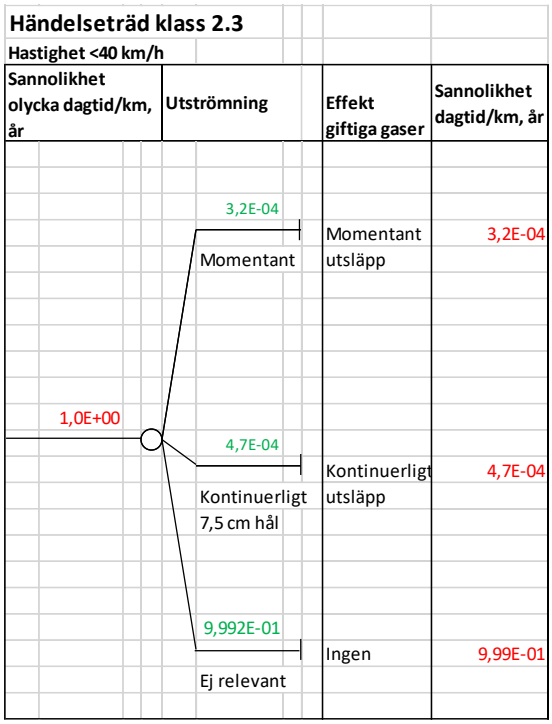


Figur 4. Händelseträd olycka brandfarlig gas, tåghastighet under 40 km/h

2.1.2 Klass 2.3

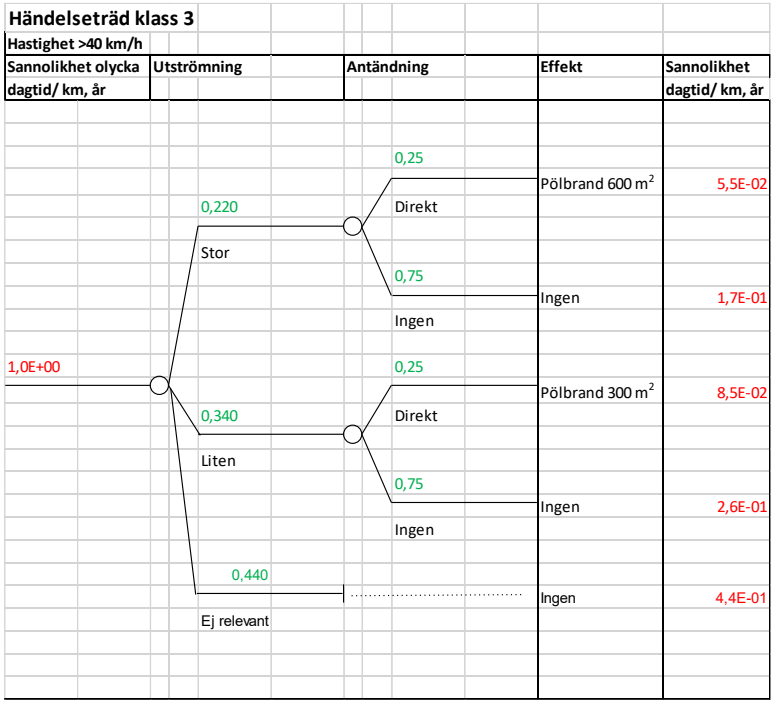


Figur 5. Händelseträd för olycka giftiga gaser, tåghastigheter över 40 km/h

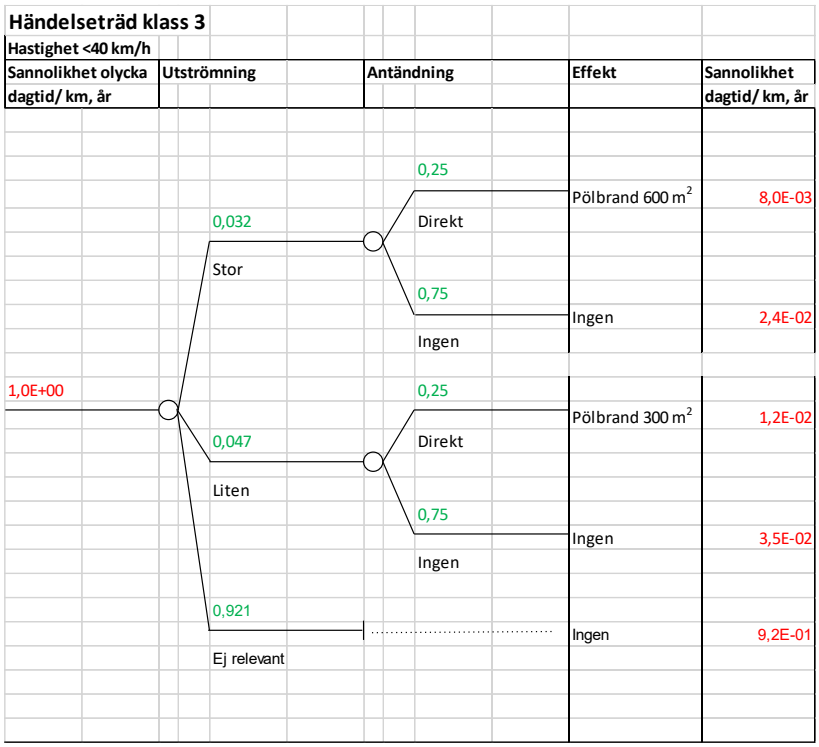


Figur 6. Händelseträd för olycka giftiga gaser, tåghastigheter under 40 km/h

2.1.3 Klass 3



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



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 rapporteras (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.

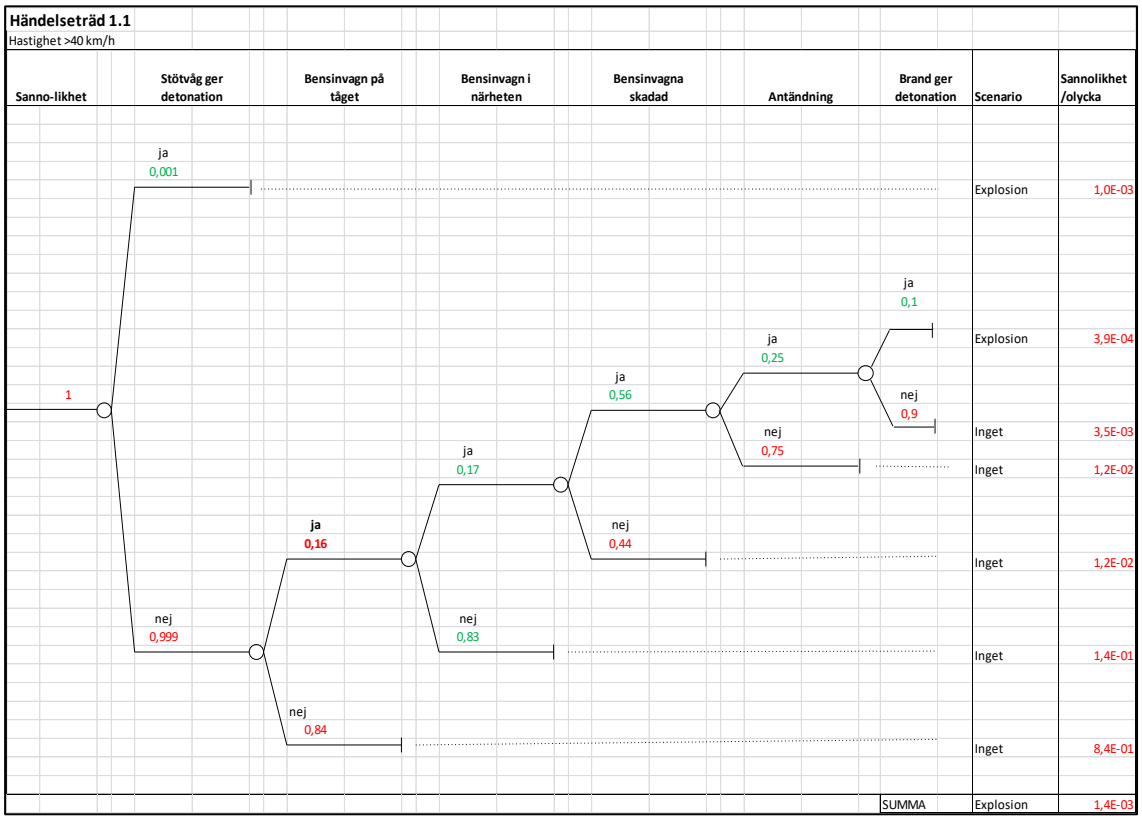
Sannolikhet för detonation på grund av brand

Sannolikheten för brand beräknas enligt följande.

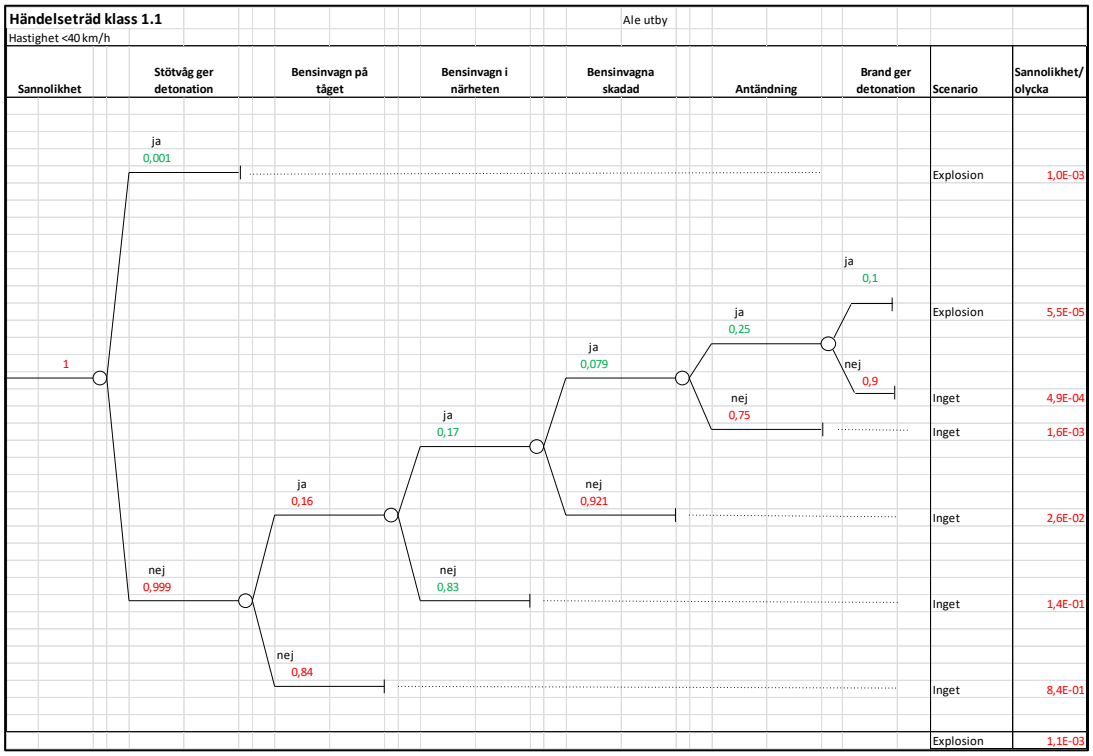
1. Det måste finnas en tankvagn med bensin eller annan mycket brandfarlig vätska med på tåget.
2. Vagnen måste befinna sig nära vagnen med sprängämnen, högst en vagn emellan
3. Vagnen med mycket brandfarlig vätska måste ha en skada som leder till ett betydande utsläpp
4. Vätskan måste antändas

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 tåghastigheter över 40 km/h och i *figur 4* för tåghastigheter under 40 km/h.



Figur 9. Händelseträd för olycka med sprängämnen, klass 1.1, tåghastigheter 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.)

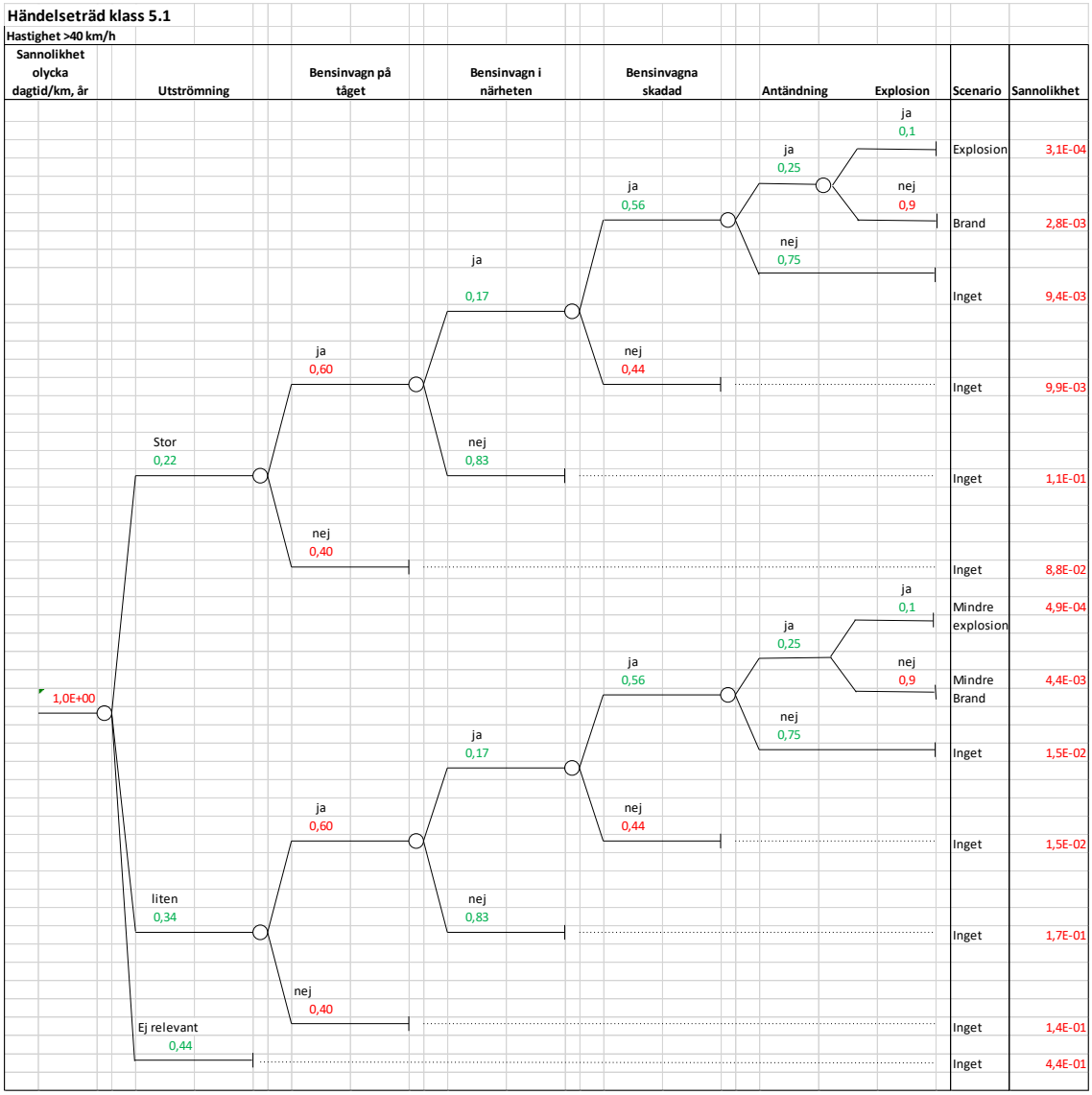
2.3 Klass 5.1

Detta scenario 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.

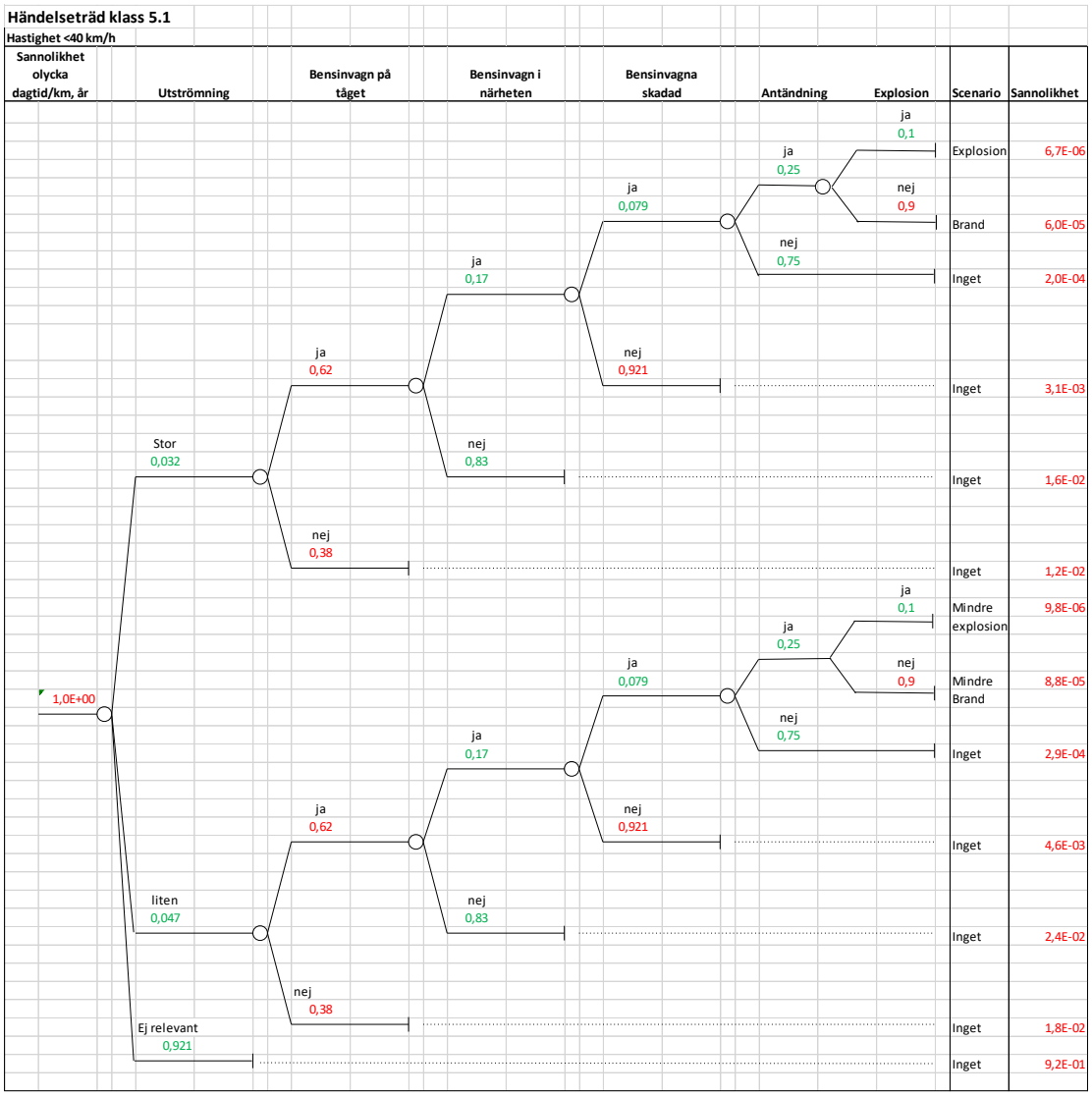
För att en olycka med en transport med oxiderande ämnen skall leda till betydande konsekvenser krävs att det oxiderande ämnet blandas med bensin och att blandningen antänds. För att detta skall ske måste flera förutsättningar vara uppfyllda:

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



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

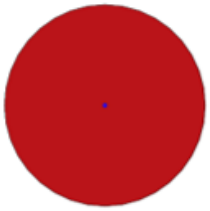
3 Konsekvenser av scenario

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

$$N = Överlappande\ område\ x\ sannolikhet\ omkomna\ x\ befolkningstäthet$$

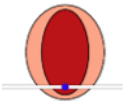
Det överlappande området är det område som påverkas av ett effektområde för de olika scenariona. Sannolikheter för omkomna (P) och effektområdens form kan ses i *figur 13*. För klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 har sannolikhet för omkomna och effektområdens storlek tagits från den nederländska beräkningsmetoden RBM II. För klass 1.1 och klass 5.1 beskrivs mer i detalj hur sannolikheterna och effektområdens storlek har beräknats *i avsnitt 3.1* respektive *3.2*.

Klass 1 och klass 5



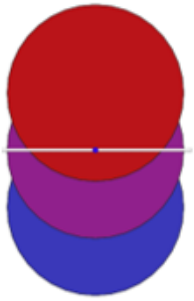
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	152 meter	152 meter	121 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

Jet



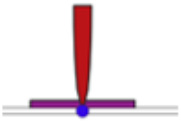
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längden)	47 meter	52,6 meter
Minor axis (halva bredden)	23 meter	45,9 meter
Avstånd centrum	39 meter	39 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

Molnbrand momentan



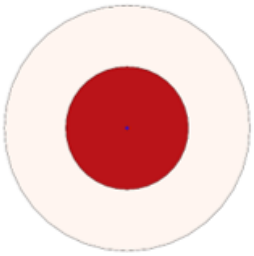
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	133,5 meter	133,5 meter	133,5 meter
Avstånd centrum	85 meter	0	-85 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

Molnbrand kontinuerlig



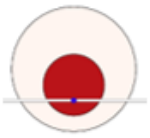
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	70 meter	70 meter
Maximala bredd	13,7 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

Gasexplosion momentan



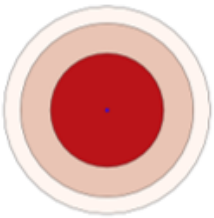
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	163 meter	325 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



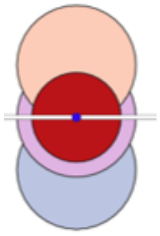
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	47 meter	95 meter
Avstånd centrum	23,5 meter	47,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



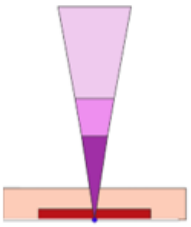
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	102 meter	156 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,6

Giftiga gaser momentan



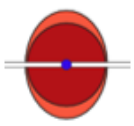
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	46 meter	57,5 meter	57,5 meter	57,5 meter
Avstånd centrum	0	65 meter	0	-65 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

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.

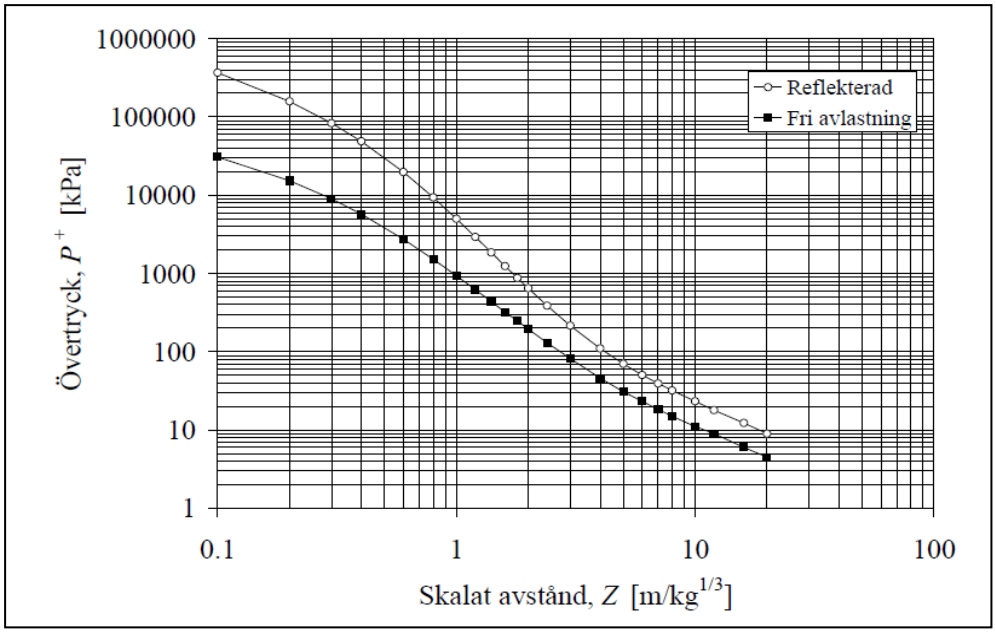
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

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
$M^{1/3}$ ($kg^{1/3}$)		23,2	29,2
Z	p^+		
$m/kg^{1/3}$	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 järnvägen

3.1.2 Skador utomhus

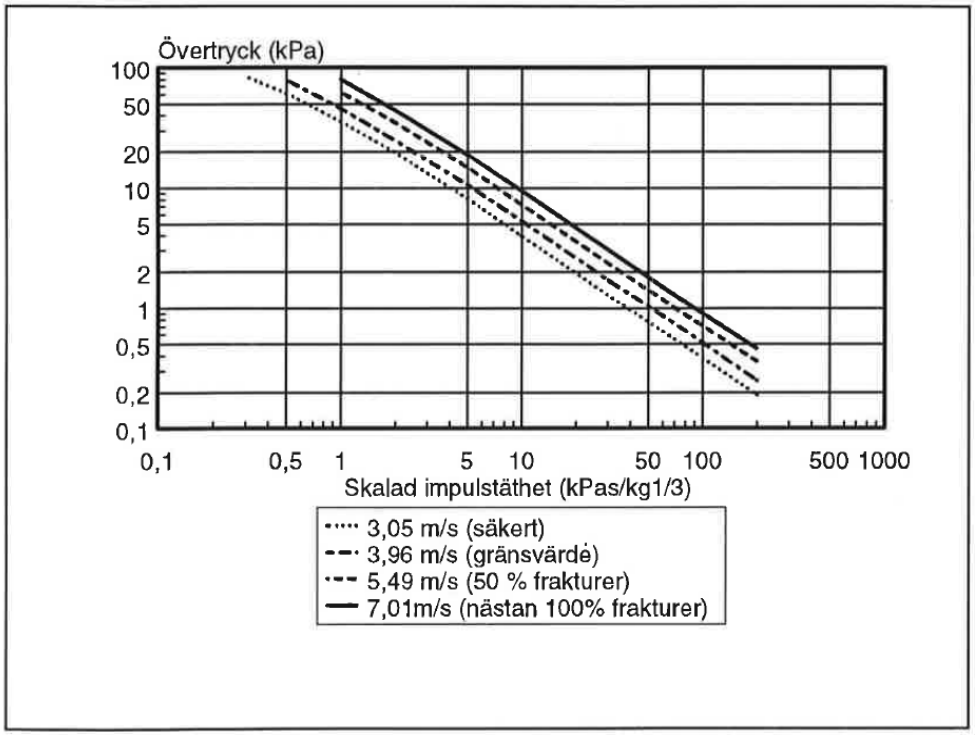
Direkta skador pga. tryck

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 cirklarna 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 cartridged 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)
SMHI 2006	Vindstatistik för Sverige 1961–2004, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Nr 121 2006
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 luftstötvåg, Statens Räddningsverk, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2007