

SKÖVDE KOMMUN

► Riskutredning Trädgårdsstaden Skövde

Uppdragsnr.: 109 29 48 Revision: 1.2 Datum: 2025-10-29



Uppdragsgivare: SKÖVDE KOMMUN
Uppdragsgivarens kontaktperson: Albin Nilsson
Konsult: Norconsult Sverige AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Johan Hultman
Handläggare: Evelina Skantz

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1.2	2025-10-29	Revidering efter Räddningstjänstens synpunkter	Evelina Skantz	Robert Kallin	Robert Kallin
1.1	2025-02-05	Revidering efter externgranskning	Evelina Skantz	Robert Kallin	Robert Kallin
1	2025-01-29	Material för externgranskning	Evelina Skantz	Robert Kallin	Robert Kallin
0.9	2025-01-24	Material för interngranskning	Evelina Skantz	Robert Kallin	Robert Kallin

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

► Summering

Skövde kommun arbetar med att ta fram planhandlingar för etapp 5 av Trädgårdsstaden, en ny stadsdel belägen 4 km nordöst om Skövde centrum. I det 15 ha stora planområdet planeras för sammanlagt 225 bostäder fördelat på 120 lägenheter, 55 villor och 50 radhus.

Planområdet är beläget cirka 5 meter från väg 200 (Törebodavägen) som är rekommenderad sekundär transportväg för farligt gods. Den planerade bebyggelsen är 35 meter från väggkant in i planområdet. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy ska riskfrågan alltid hanteras vid samhällsplanering inom 150 meter från en transportled för farligt gods.

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. 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.

Beräkningarna för individrisken i ursprungsberäkningen och osäkerhetsanalysen visar att risknivån är inom ALARP-området cirka 20 meter från väggkant. På det avståndet från vägen planeras det för naturmark. Individrisken är inom acceptabla nivåer där det planeras för bostäder, cirka 35 meter från väggkant.

Samhällsrisken för transporter av farligt gods på väg 200 ligger inom ALARP-området vilket innebär att tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. Resultaten visar att olyckor med brandfarliga gaser är de dimensionerande olyckorna för planområdet. Om en hög skärm på cirka 5 meter anläggs inom planområdet mellan väg 200 och bebyggelsen så skyddar den effektivt mot dessa gaser och kravet om ventilation kan således utgå. Utifrån de dimensionerande olyckorna, platsspecifika förutsättningar och personer närvarande föreslås att följande åtgärder vidtas:

- Om en bullerskärm uppförs mellan väg 200 och bebyggelsen inom planområdet ska den utföras i blandklass EI30. Om en bullerskärm inte uppförs ska fasader som vetter mot väg 200 på byggnader inom 50 meter från väggkant på väg 200 utföras i brandklass EI30.
- Området inom 20 meter från väggkant på väg 200 ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus
- Byggnader inom 100 meter från väggkant på väg 200 ska kunna utrymmas bort från vägen.
- Byggnader inom 100 meter från väggkant på väg 200 ska kunna ta friskluften från ett högt läge bortvänt från väg 200. Om bullerskärm på en höjd av 5 meter uppförs så kan kravet om ventilationsåtgärd undantas från den bebyggelse som skyddas.

Om dessa skyddsåtgärder genomförs bedöms riskerna på grund av transporter av farligt gods på väg 200 vara tolerabla enligt använda kriterier.

► Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Syfte och mål	5
1.2	Avgränsningar	5
2	Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen	6
2.1	Vad är risker?	6
2.2	Riskhantering	7
2.3	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	8
3	Risker med transport av farligt gods	11
3.1	Typer av farligt gods	11
3.2	Konsekvenser av en olycka med farligt gods	11
4	Områdesbeskrivning	13
4.1	Området	13
4.2	Antalet personer närvarande	15
5	Riskidentifiering	16
5.1	Väg 200, Törebodavägen	16
6	Risikanalys och riskvärdering	19
6.1	Individrisk	19
6.2	Samhällsrisk	20
6.3	Osäkerhetsanalys	20
7	Skyddsåtgärder	23
8	Diskussion och slutsats	27
9	Referenser	28
Bilaga 1 - Riskberäkningar för väg		

1 Inledning

Skövde kommun arbetar med att ta fram planhandlingar för Trädgårdsstaden etapp 5 med syfte att möjliggöra för ytterligare utbyggnad av bostäder inom Trädgårdsstaden. Inom planområdet planeras för sammanlagt 225 bostäder fördelat på cirka 120 lägenheter, 55 villor och 50 radhus. Planområdet är ett cirka 15 ha stort område 4 km nordöst om Skövde centrum beläget intill väg 200 (Törebodavägen).

Cirka 5 kilometer nordväst om Trädgårdsstaden längs väg 200 ligger Skövde flygplats som är nedlagd och ny detaljplan för Locketorp vann laga kraft i maj 2024. Detaljplanen Locketorp-Törsatorp 1:7 m.fl. ska möjliggöra för ett verksamhetsområde med storskalig industri där Sevesoverksamhet (hantering av kemikalier) kommer tillåtas, vilket kommer att påverka transporterna av farligt gods på väg 200.

Trädgårdsstaden är beläget cirka 5 meter från väg 200 som är rekommenderad sekundär transportväg för farligt gods. Den planerade bebyggelsen är 35 meter in i planområdet från vägkant. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy ska riskfrågan alltid hanteras vid all samhällsplanering inom 150 meter från transportled för farligt gods. I Figur 1 visas en översiktskarta över Trädgårdsstaden etapp 5 läge i förhållande till Skövde centrum och Locketorp.



Figur 1. Översiktskarta över planområdet. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

1.1 Syfte och mål

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

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

1.2 Avgränsningar

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

Riskutredningen kommer även avgränsas till att endast utreda tekniska olyckor kopplade till transporter av farligt gods, samt avgränsas geografiskt till transportleden förbi den nya bebyggelsen. Resultatet kommer redovisas utifrån prognosår 2045.

2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen

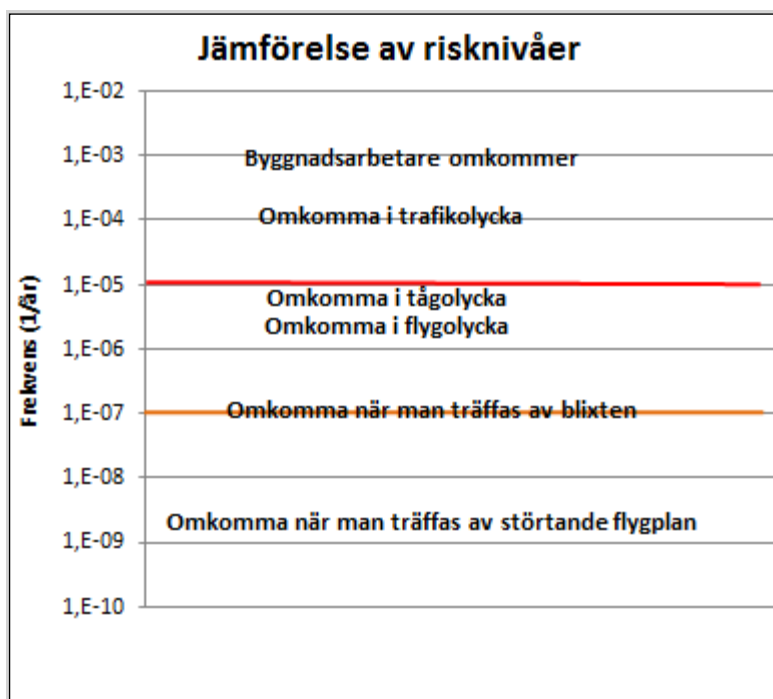
I detta kapitel definieras begreppet risk. Utöver detta beskrivs bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods. I kapitlet beskrivs även processen för riskhantering.

2.1 Vad är risker?

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

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

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



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

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

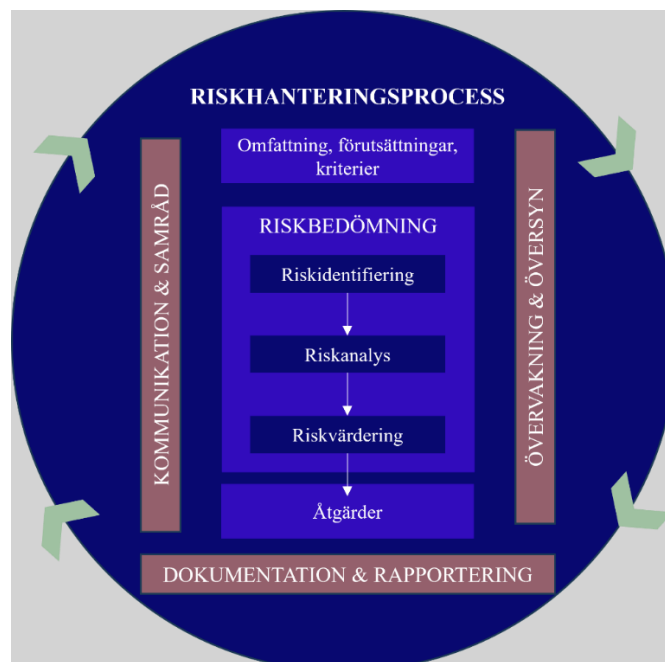
Samhällsrisk är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet dels på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 meter från en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

2.2 Riskhantering

2.2.1 Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen

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

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



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

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

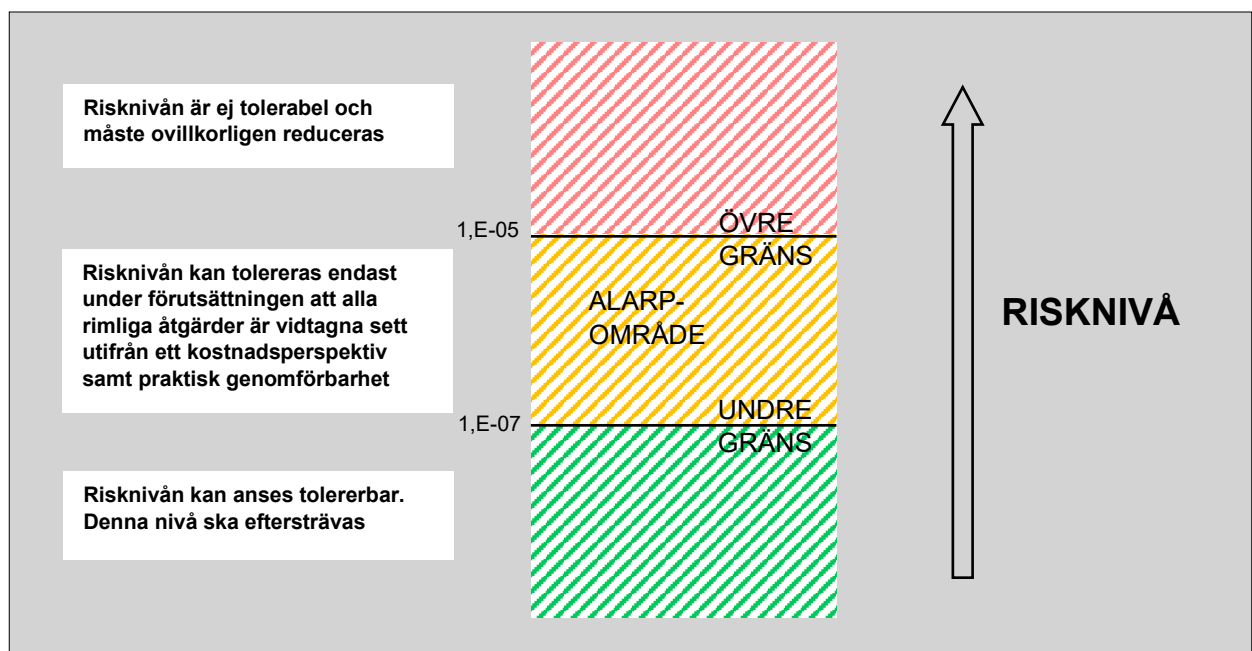
Riskanalysen utgår från nuläget och år 2045 som ett prognosår. För att värdera risker kopplat till transporter av farligt gods på väg och dess påverkan på människa kan både individrisk och samhällsrisk användas som riskmått. Definitionen av dessa riskmått presenteras i avsnitt 2.3.

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

2.3.1 Kvantitativa kriterier för individrisk

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



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

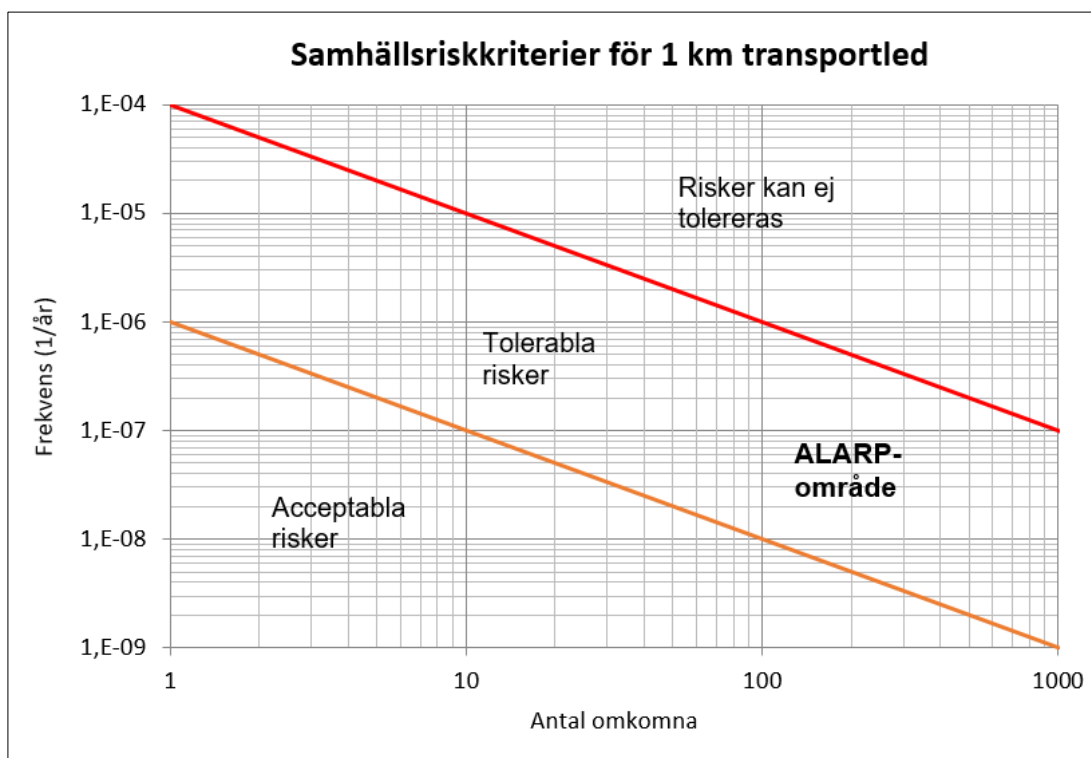
För individrisken ligger den övre gränsen på 1×10^{-5} per år och den undre på 1×10^{-7} per år, området däremellan kallas ALARP-området. Om risknivån ligger inom ALARP-området ska alla rimliga åtgärder vidtas för att minska risknivån. Efter detta betraktas risknivån som tolerabel. Beräkningar av effekten på risknivåer krävs normalt inte.

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).

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.

2.3.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

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

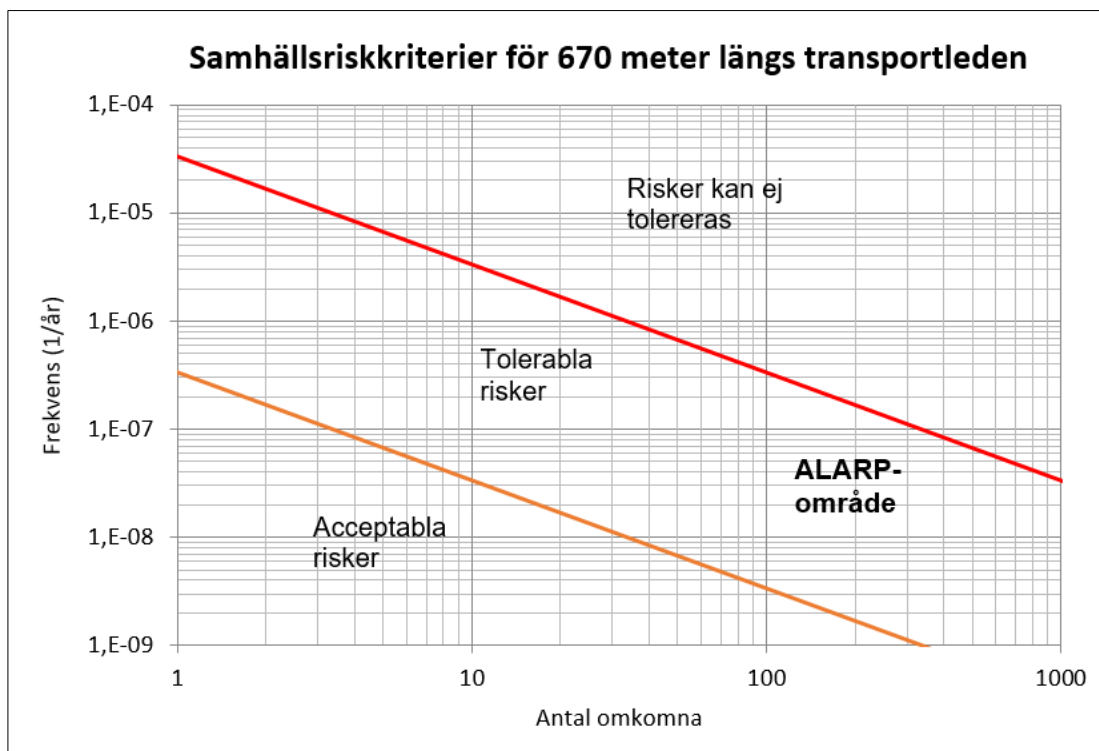


Figur 5. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterierna i Figur 5 innebär till exempel att en olycka med högst en omkommen accepteras högst en gång på 1 000 000 år (orange linje). Olyckor med en omkommen kan inte tolereras oftare än en gång per 10 000 år (röd linje). 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 inom det acceptabla området krävs inga ytterligare åtgärder. Ligger risknivån inom området med tolerabla risker (ALARP-område) ska rimliga skyddsåtgärder vidtas.

Kriterierna ovan gäller för 1 km område längs transportleden. Kriterier för det aktuella området beräknas utifrån områdets längd längs transportleden väg 200 och att området ligger på en och samma sida av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 6. Planområdets genomsnittliga längd utmed transportlederna är cirka 670 meter.



Figur 6. Riskkriterier omräknade till 670 meter enkelsidig bebyggelse längs väg 200.

2.3.3 ALARP-området

ALARP-området är området där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare. ALARP är en förkortning av As Low As Reasonably Practicable. På svenska betyder detta att risknivån ska göras så låg 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	Kviksilverföreningar 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. Brandfarliga 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 i väg 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 i väg 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 och karbid

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

Klass 5. Oxiderande ämnen

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

Klass 6. Giftiga ämnen

Giftiga ämnen ger mestadels enbart effekter vid direktkontakt.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

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

Klass 8. Frätande ämnen såsom saltsyra, 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.

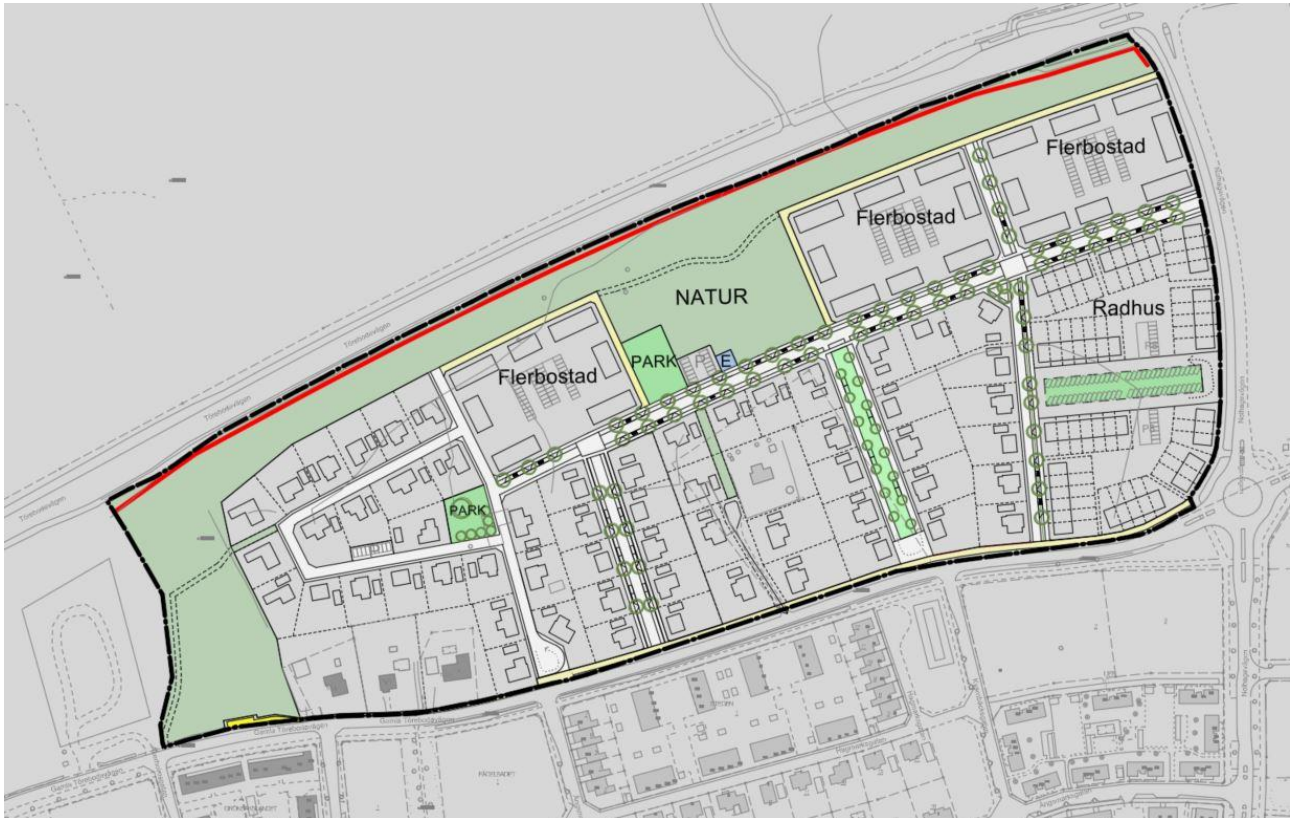
4.1 Området

I Figur 7 visas en flygbild över planområdet för etapp 5 i relation till sin omgivning. Söder om området pågår färdigställande av Trädgårdsstaden etapp 3 och sydöst om området etapp 4. Cirka 5 meter norr om planområdet löper väg 200. I dagsläget består det planerade området av skogs- och åkermark samt fyra huvudbyggnader med bostäder.



Figur 7. Flygbild över planområdet. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

Den planerade markanvändningen består av de befintliga bostäderna och ytterligare villor, radhus, flerbostadshus, naturområden, parker och parkeringar, se Figur 8.



Figur 8. Planerad bebyggelse inom planområdet för etapp 5 (Skövde kommun, 2025).

Mellan vägen och bebyggelsen är ett dike och ett naturområde, se Figur 9. Diket och områdets höjd i förhållande till vägen innebär att brandfarliga vätskor inte kan rinna mot bebyggelsen i planområdet.



Figur 9. Dike mellan Törebodavägen/väg 200 och planområdet. Google Maps
<https://maps.app.goo.gl/PvBDzzY8Dh5jcjvB9>

4.2 Antalet personer närvarande

För persontäthet gällande bostäder har underlaget baserats på statistik från SCB (2023) för Skövde kommun. Enligt statistiken bor det 2,3 personer per småhus (bostadsrätt och äganderätt) och 1,6 personer per bostad i flerbostadshus (1,7 personer per hyresrätt och 1,5 personer per bostadsrätt) (SCB, 2023). Under dagtid förväntas 50% av personerna befinna sig i området och under nattetid förväntas 100% personnärvaro. Baserat på erfarenheter från tidigare uppdrag antas 93% av personerna befinna sig inomhus under dagtid och 7% utomhus. Under nattetid antas 99% befinna sig inomhus och 1% utomhus.

Bebyggelsen är planerad inom olika delar av planområdet, vilket innebär att persontätheten ser olika ut i området. Tabell 2 presenterar persontätheten för den planerade bebyggelse som visas i Figur 8. Dagtid är klockan 06:00-18:00 och nattetid klockan 18:00-06:00.

Tabell 2. Persontäthet för olika typer av bebyggelse inom planområdet.

Typ av bebyggelse	Antal enheter	Personer dagtid	Personer nattetid
Flerbostadshus / lägenhet	23 / 120	96	192
Radhus	50	58	115
Villa	55	63	127
Totalt	225	217	434

5 Riskidentifiering

5.1 Väg 200, Törebodavägen

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras förbi planområdet på väg 200 redovisas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, 2006). Uppgifterna är baserade på en undersökning som genomförts under september månad 2006 och resultaten finns i en GIS-databas hos MSB.

MSB:s uppgifter för 2006 anger 33 transporter av farligt gods per år. Omräknat till prognosår 2045 med den ökning av godstransporter på väg 200 som anges av Trafikverket (Trafikverket, 2016) blir detta cirka 70 transporter per år. Uppgifterna skall inte användas som underlag för prognoser utan vidare då endast en månad ingår i underlaget. Uppgifterna jämförs därför med nationell statistik som anger att i genomsnitt cirka 4 % av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFA, 2019).

Genomförd trafikutredning inkluderar full utbyggnad av Trädgårdsstaden etapp 5 och 6 och annan exploatering i närområdet samt utbyggnad av Locketorp verksamhetsområde (Ramboll, 2024). Locketorp verksamhetsområde uppskattas alstra trafik motsvarande ÅDT om 6 000 fordon per dygn på väg 200 år 2045. Sammantaget uppskattas ÅDT på väg 200 till 16 800 fordon per dygn, varav 840 tung trafik, år 2045. Multiplicerat med 365 dagar och med förutsättning att cirka 4 % av all tung trafik innehåller farligt gods ger 12 000 transporter av farligt gods på vägen under 2045.

Som synes är skillnaden i resultaten från dessa båda beräkningsmetoderna betydande. En mer detaljerad jämförelse mellan statistiken för aktuell sträcka och den nationella statistiken görs i Tabell 3 där även fördelningen på olika klasser presenteras och de uppgifter som används i riskberäkningarna. Nationellt genomsnitt används i riskberäkningarna på grund av den exploatering som medges på Locketorp industriområde som kan innebära förändringar i transporter av farligt gods jämfört med nuläget och tidpunkten för MSB:s undersökning. Detta är ett mycket konservativt antagande då väg 200 endast är utpekad som sekundär transportled för farligt gods vilket innebär att genomfartstransporter av farligt gods bör ske i en mycket begränsad omfattning.

Tabell 3. Antal förväntade transporter med farligt gods på väg 200 år 2045 enligt MSB och Nationellt genomsnitt.

Klass	Beräknat antal transporter/år 2045 enligt MSB	Beräknat antal transporter/år 2045 enligt Nationellt genomsnitt	Antal transporter/år som använts i riskberäkningarna	Använt i osäkerhetsanalysen
1 Explosiva ämnen	0	32	32	40
2.1 Brandfarliga gaser	0	570	570	700
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	0	1 800	1 800	2250
2.3 Giftiga gaser	0	4	4	5
3 Brandfarliga vätskor	42	5 900	5 900	7 380
4 Brandfarliga fasta ämnen	0	320	320	400
5 Oxiderande ämnen	0	300	300	380
6 Giftiga ämnen mm	0	830	830	1 040
7 Radioaktiva ämnen	-	-	-	-
8 Frätande ämnen	27	1 600	1 600	2 000
9 Övriga farliga ämnen	0	590	590	740
Totalt cirka	70	12 000	12 000	15 000

Av klasserna i Tabell 3 är det ämnen i klasserna 1, 2.1, 2.3, 3 och 5 som kan leda till olyckor med betydande konsekvenser för området och som används i riskberäkningarna. Dessa är därför markerade med fetstil.

I osäkerhetsanalysen studeras vad det innebär om beräknat antal transporter år 2045 är 25 % fler.

Klasserna i Tabell 3 omfattar ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare:

- Andelen mycket brandfarlig vätska i klass 3 (bensin m.m.) sätts till 75 % (ÖSA, 2004).
- För klass 5 räknas endast oxiderande ämnen som bedöms kunna leda till en masseexplosion med. De uppskattas stå för högst en tredjedel av den totala mängden.
- I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ÖSA, 2004).

Detta ger antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området enligt Tabell 4.

Tabell 4. Farligt gods på väg 200 år 2045 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	3
2.1 Brandfarliga gaser	570
2.3 Giftiga gaser	4
3. Mycket brandfarliga vätskor	4425
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	100

Sannolikheten för olyckor på väg 200 tas ur Trafikverkets handbok "Effektsamband för transportsystemet" (Trafikverket, 2023). Risken för olyckor på en vanlig väg på landsbygden med högsta tillåtna hastighet 80 km/h anges till 0,085 olyckor per miljon fordonskilometer och år, eller $8,5 \times 10^{-8}$ per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 40 % (SRV, 1996) vilket innebär att det vid 60 % av olyckorna är minst två fordon inblandade. Om det bortses från olyckor med fler än 2 fordon inblandade, vilket inte påverkar resultatet nämnvärt, så är risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen $1,5 \times 10^{-7}$. I beräkningen ingår att antal standardaxlar är 1,1.

6 Riskanalys och riskvärdering

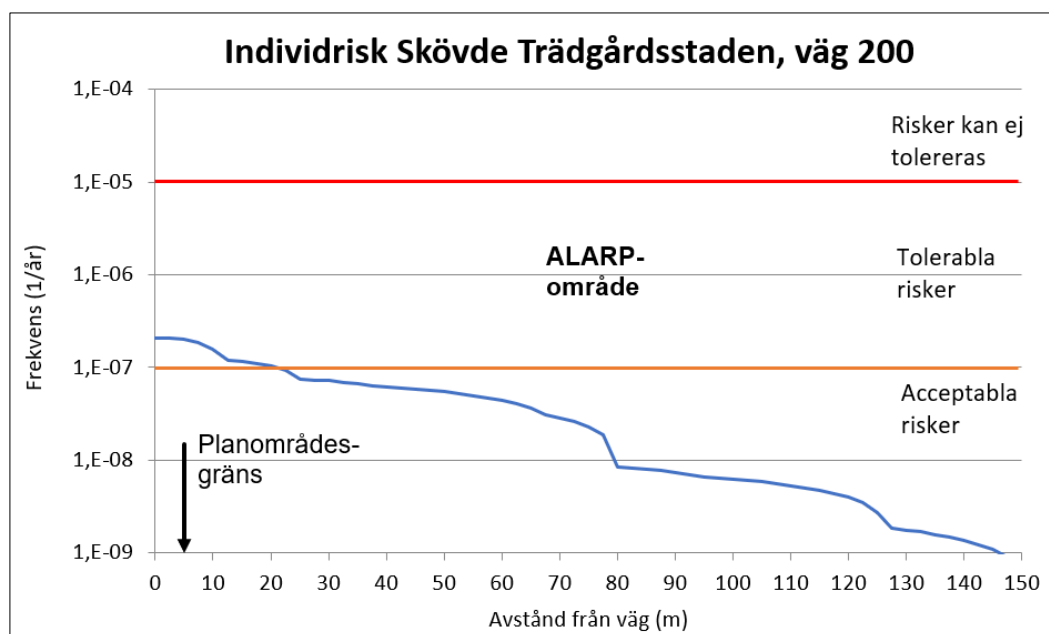
I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individrisk och samhällsrisk gällande transporter av farligt gods på väg 200. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys för individ- och samhällsrisk. För individrisken i osäkerhetsanalysen ökas antalet transporter av farligt gods med 25 %. För samhällsrisk i osäkerhetsanalysen ökas både antalet transporter av farligt gods samt antalet personer närvarande i området med 25 %. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området redovisas i Kapitel 4 och 5.

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

6.1 Individrisk

6.1.1 Väg 200

I Figur 10 visas individrisken i området på grund av transport av farligt gods på väg 200. Cirka 5 meter från väggkant börjar planområdet med naturområde, och cirka 35 meter från väggkant börjar bebyggelsen i planområdet. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 20 meter från väggkant, vilket medför att individrisken inte är på en acceptabel nivå inom hela planområdet, men inom den delen av planområdet som planeras för bostäder.

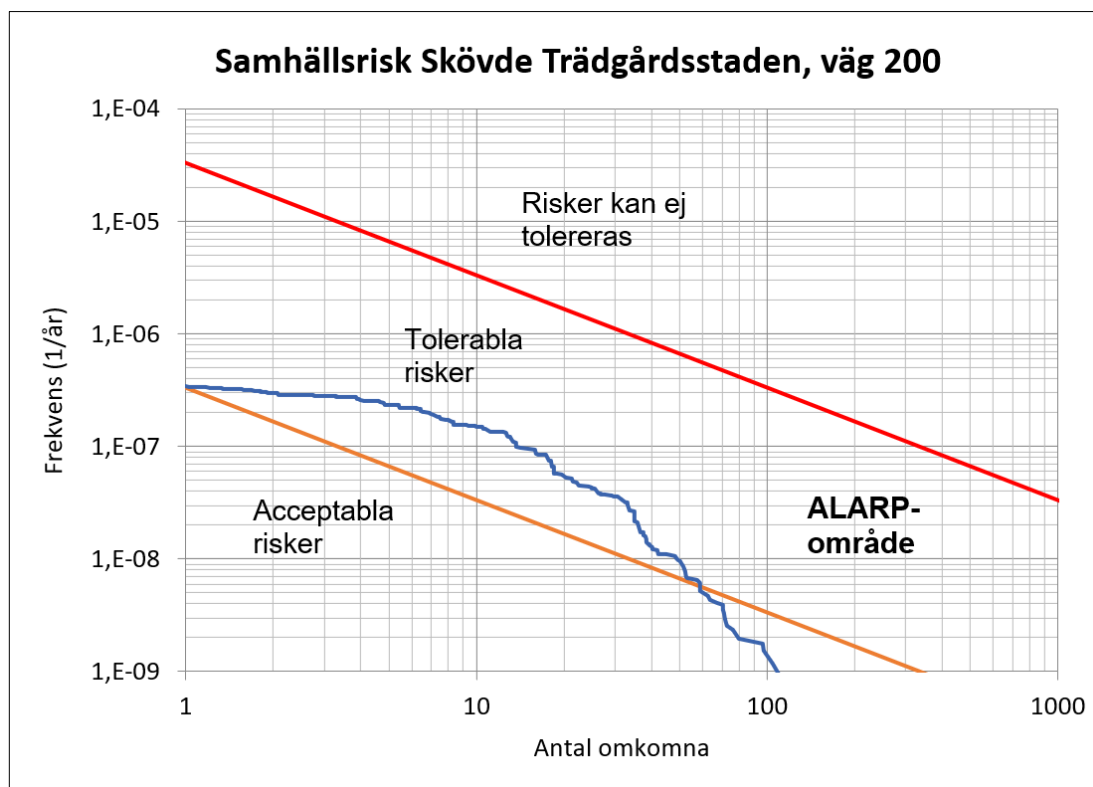


Figur 10. Individrisken längs väg 200.

6.2 Samhällsrisk

6.2.1 Väg 200

I Figur 11 visas samhällsrisk i planområdet från transporter av farligt gods på väg 200. Samhällsrisk är inom ALARP-området, vilket innebär att skyddsåtgärder som är tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga ska genomföras, se avsnitt 2.3.3.



Figur 11. Samhällsrisk längs väg 200.

De dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser. Scenarion kopplade till transporter av brandfarliga gaser kan innefatta brand och explosion.

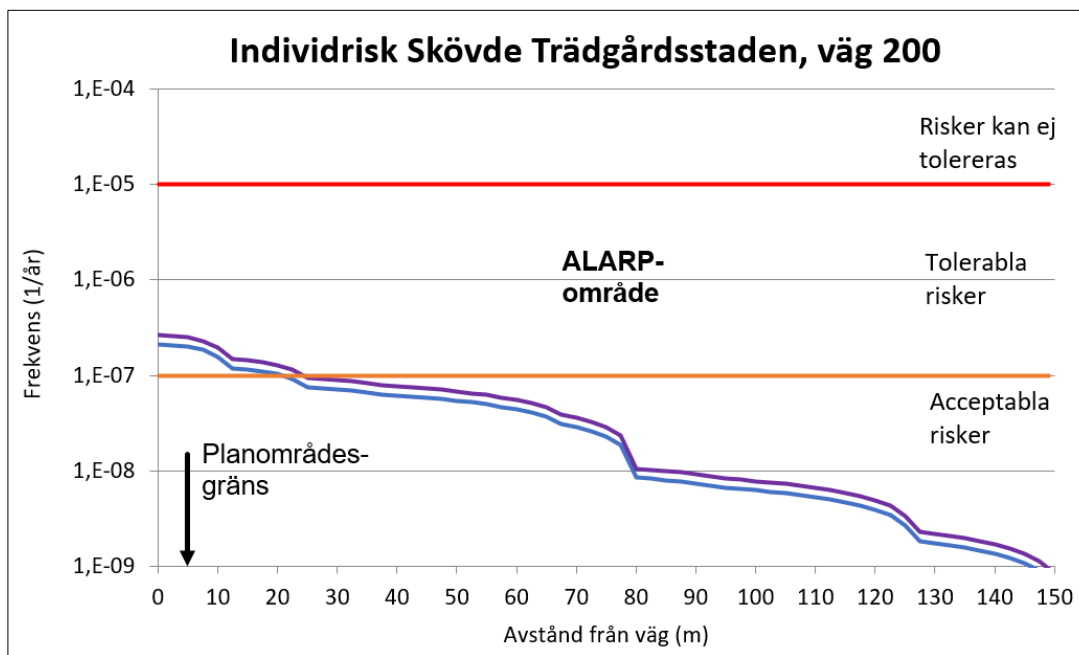
6.3 Osäkerhetsanalys

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

Ytterligare en källa till osäkerhet för samhällsrisk 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.

6.3.1 Individrisk

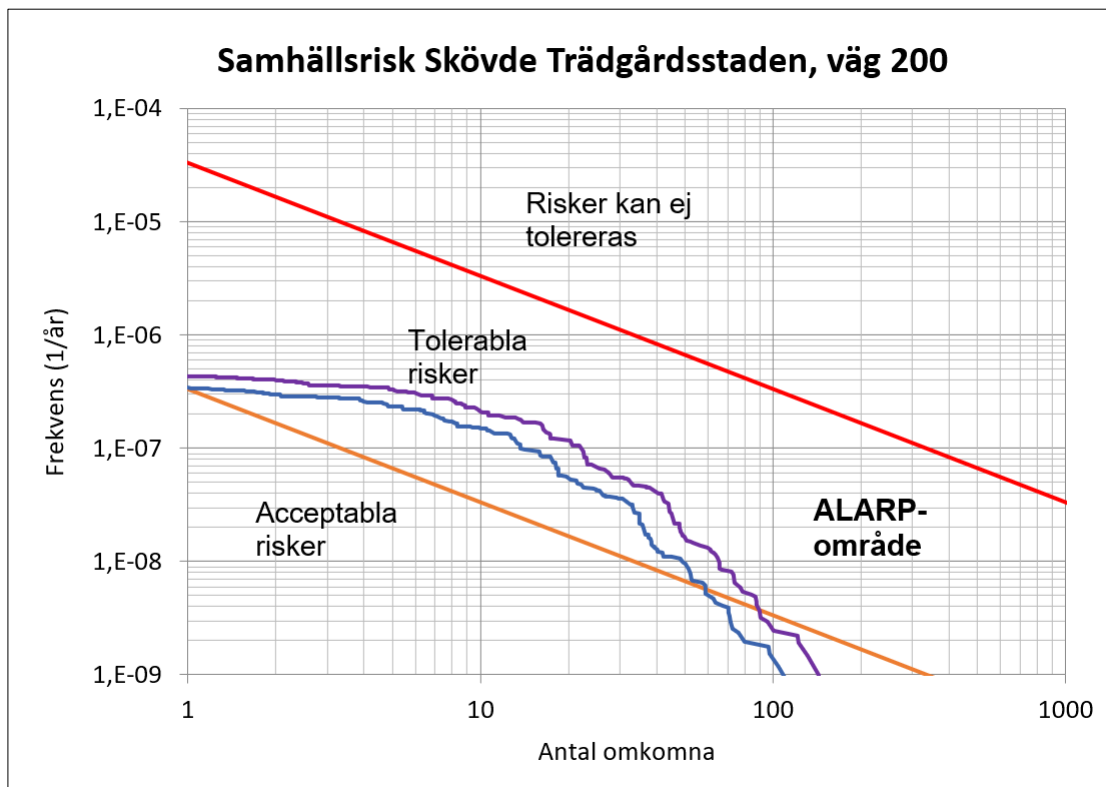
Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på väg 200 presenteras i Figur 12. Enligt beräkningarna ökar risknivån men beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 25 meter från vägkant, 10 meter från där bostäder planeras att byggas. Individrisken till följd av transporter av farligt gods på väg 200 är därmed inte acceptabel inom hela planområdet.



Figur 12. Individrisken längs väg 200. Ursprunglig beräkning (blå linje) och osäkerhetsanalysen (lila linje).

6.3.2 Samhällsrisk

I osäkerhetsanalysen har antalet transporter av farligt gods och antalet personer närvarande i planområdet ökat med 25 %. Resultatet av osäkerhetsanalysen i Figur 13 visar att samhällsriskerna ökar men fortsatt ligger inom ALARP-området.



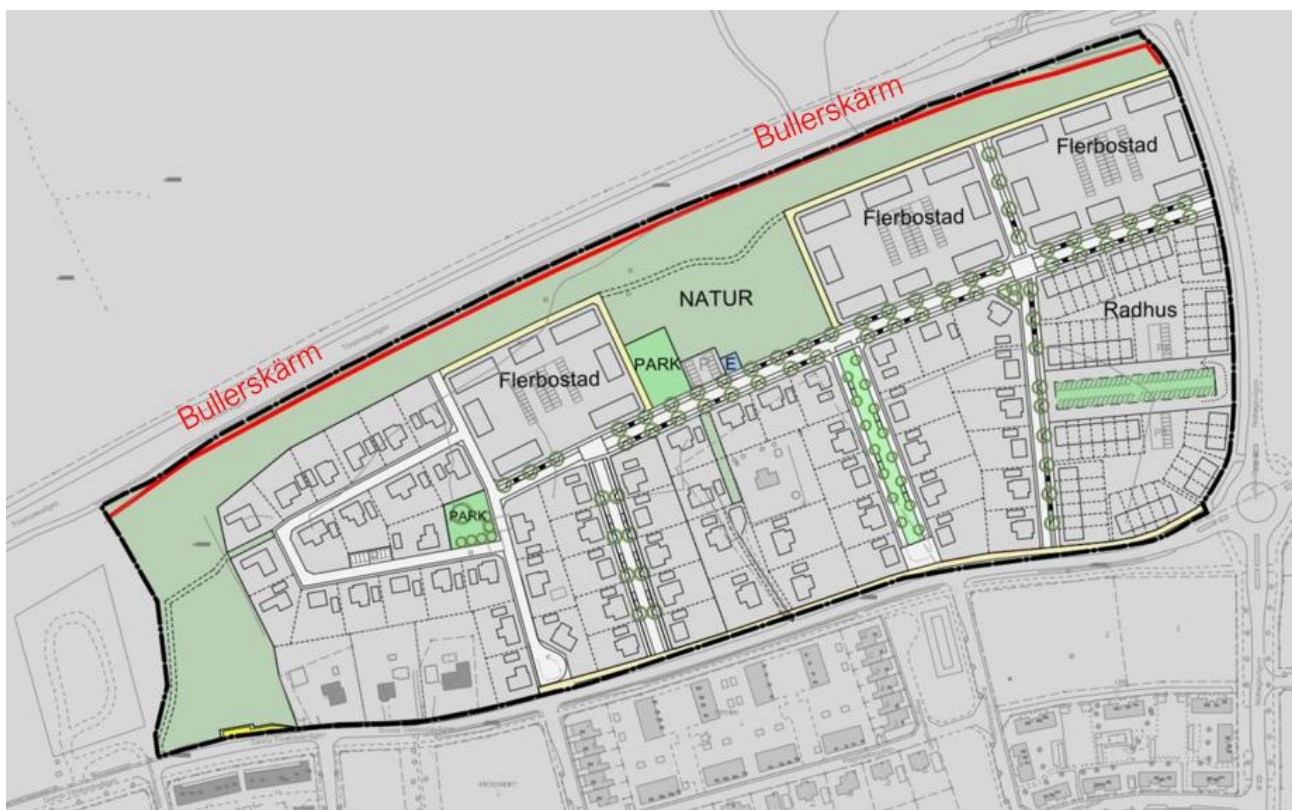
Figur 13. Samhällsriskerna från väg 200. Ursprunglig beräkning (blå linje) och osäkerhetsanalysen (lila linje).

7 Skyddsåtgärder

Enligt beräkningarna för individrisk är den acceptabel cirka 15 meter in i planområdet, 20 meter från vägkant. Området inom 20 meter från vägkant bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus.

Samhällsriskerna beräknas ligga inom ALARP-området både i ursprungs- och osäkerhetsanalysen vilket innebär att skyddsåtgärder som är tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga ska genomföras.

I trafik- och bullerutredningen föreslås en 2 meter hög bullerskärm mellan vägen och norra delen av planområdet, och en cirka 3-5 meter hög bullerskärm mellan vägen och södra delen av planområdet, se Figur 14 (Ramboll, 2024).



Figur 14. Föreslagen åtgärd för bullerskydd (Skövde kommun, 2025).

För att ta höjd för att bullerskyddsåtgärderna inte är fastställda görs ett antagande att 100 % av planområdet skyddas av en 2–3 meter hög skärm. Bullerskärmen ska utformas så att den är tät och utförs i minst brandklass EI30. Skärmen kommer då fungera som skydd mot värmestrålning samt mot att brandfarliga vätskor når planområdet ifall dessa släpps ut vid en olycka med farligt gods. Skärmen kommer också till viss del bidra till minskad spridning av brandfarliga och giftiga gaser in mot planområdet.

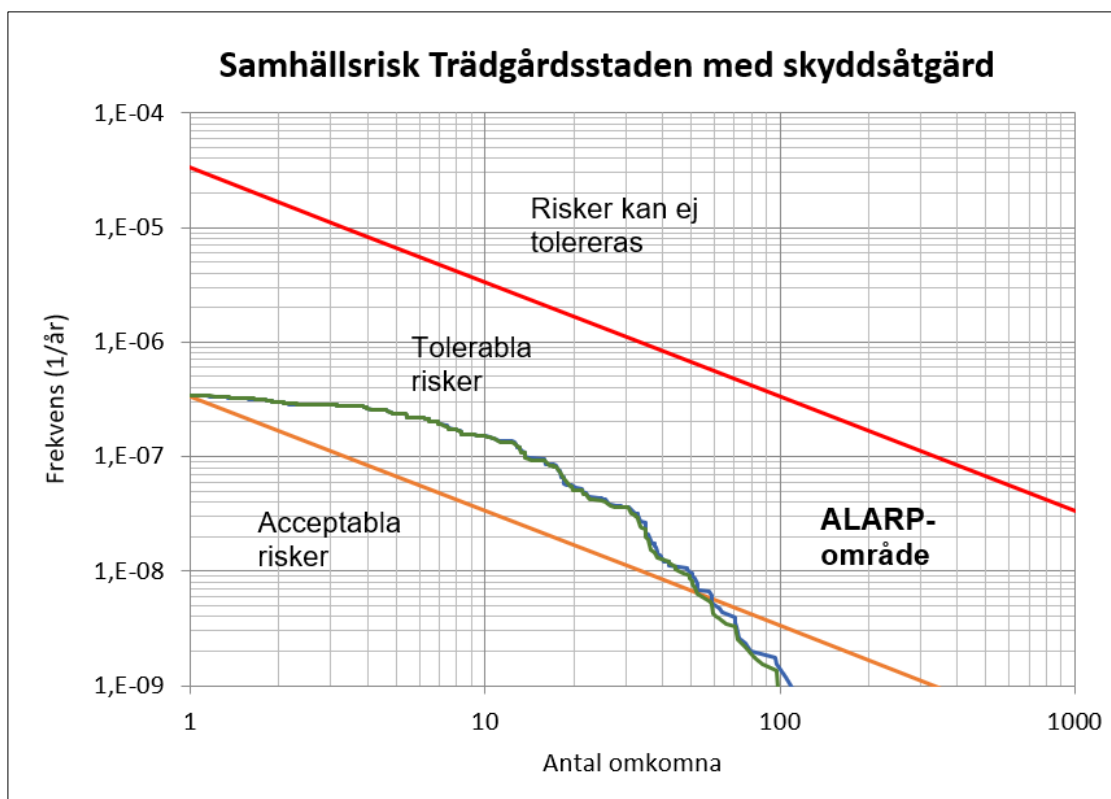
I beräkningar har hänsyn tagits till skyddsverkan från skärmen/vallen som kommer att finnas längs vägen. För skärmen har det antagits att det i viss mån hindrar spridning av brandfarliga och giftiga gaser (klass 2.1 respektive klass 2.3) vid en olycka. Dessa gaser är tyngre än luft och vid utsläpp bildas moln som rör sig över markytan med vinden och vars tjocklek kan uppgå till några meter. Molnens beteende kommer att påverkas av den 2-3 meter höga skärmen längs vägen. 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:

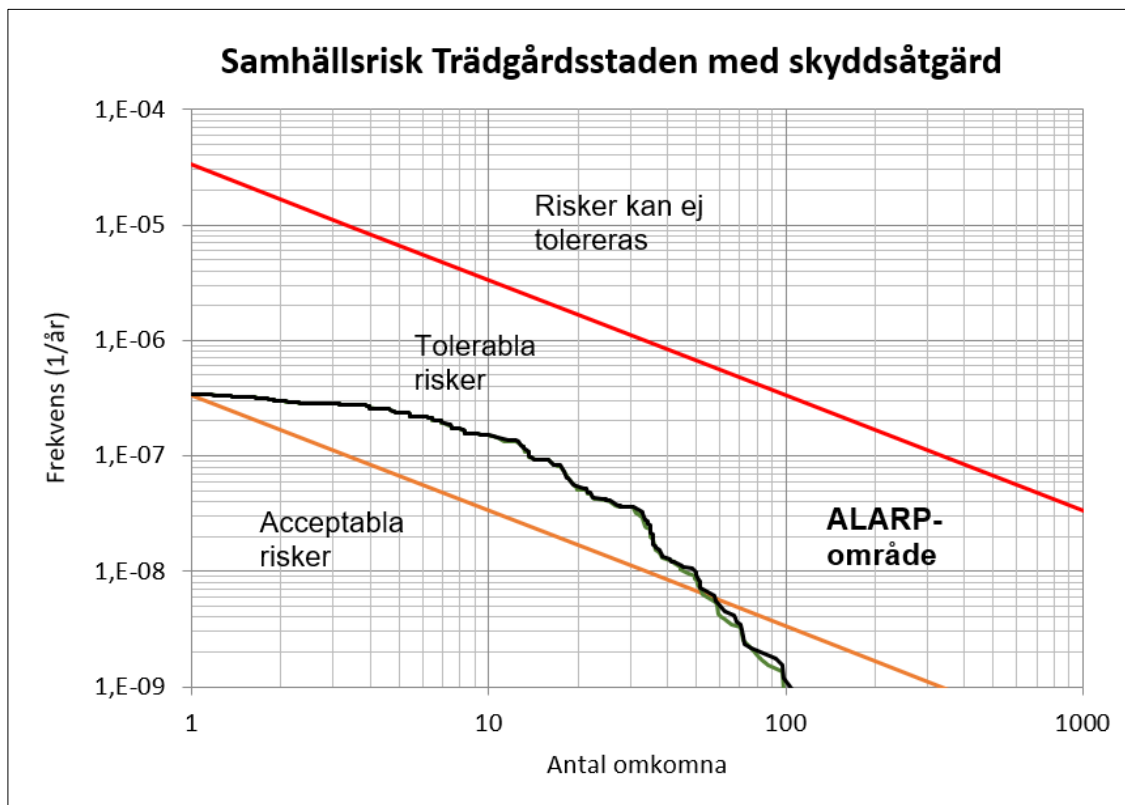
- Molnets totala yta har antagits vara konstant för att spegla att gasmängden i molnet inte ändrar sig på grund av skärmen.
- Vid scenarier med kontinuerliga utsläpp har molnets utsträckning i riktning längs leden fördubblats och in mot planområdet har den halverats.
- Vid scenarier med momentana utsläpp 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 i ett tidigare projekt där spridning av giftiga och brandfarliga gaser vid anläggande av bullerskärm med olika höjd studerades (Norconsult, 2010). I Figur 15 visas den beräknade samhällsrisk innan och efter åtgärd.



Figur 15. Samhällsrisk med skyddsåtgärd. Ursprunglig beräkning (blå linje) och med bullerskärm (grön linje).

Osäkerhetsanalysen av bullerskärmen innefattar ett antagande om att skyddseffekten av åtgärden endast är 75 %. I Figur 16 visas samhällsrisk med bullerskärm och osäkerhetsanalysen.



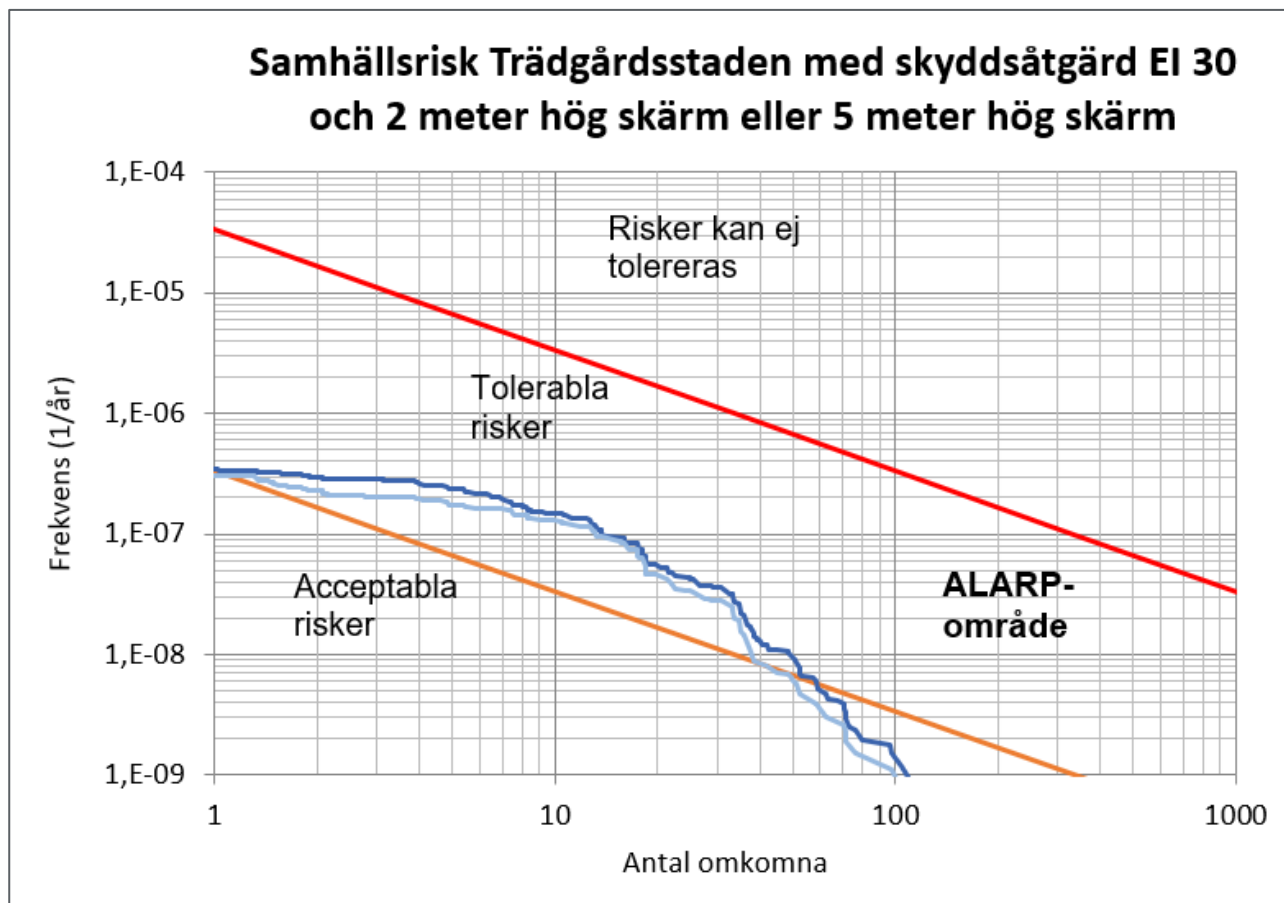
Figur 16. Samhällsrisk med skyddsåtgärd. Beräkning med bullerskärm (grön linje) och osäkerhetsanalysen (svart linje).

Om bullerskärmen är cirka 5 meter hög blir den ett effektivt skydd mot spridning av brandfarliga och giftiga gaser som då kvarstannar i vägområdet (Norconsult, 2010). Det innebär att om bullerskärmen blir cirka 5 meter hög så utgår krav om brandklassade fasader och ventilationsåtgärder på byggnader som skyddas av bullerskärmen.

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

Att anordna ventilationen i byggnaderna på så sätt att friskluften tas från ett högt läge och vänt bort från transportleden för farligt gods är en effektiv skyddsåtgärd för att inte få in brandfarliga och giftiga gaser i byggnaderna. Om en hög skärm på cirka 5 meter anläggs inom planområdet mellan väg 200 och bebyggelsen så skyddar den effektivt mot dessa gaser och kravet om ventilation kan således utgå.

En beräkning av skyddseffekten av Brandklassad fasad i EI30 alternativt en 2 meter hög skärm i EI30 visas i Figur 17. Skyddseffekten har antagits vara 95 % i brandscenarion som innefattar brandfarliga vätskor och gaser. En lägre skyddseffekt har antagits eftersom det finns en viss risk att åtgärder "glöms bort" vid renovering och för att ta höjd för eventuella osäkerheter i skyddsåtgärden.



Figur 17 Skyddseffekten av brandklassad fasad eller bullerskärm i minst EI30. Ursprungsberäkning visas i mörkblå linje och beräkning med skyddsåtgärd visas i ljusblå linje.

8 Diskussion och slutsats

Beräkningarna för individrisken visar att risknivån är inom ALARP-området cirka 20 meter från väggkant. På det avståndet från vägen planeras det för naturmark. Individrisken är inom acceptabla nivåer där det planeras för bostäder, cirka 35 meter från väggkant.

Samhällsrisken för transporter av farligt gods på väg 200 ligger inom ALARP-området vilket innebär att tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. Resultaten visar att olyckor med brandfarliga gaser är de dimensionerande olyckorna för planområdet. Om en hög skärm på cirka 5 meter anläggs inom planområdet mellan väg 200 och bebyggelsen så skyddar den effektivt mot dessa gaser och kravet om ventilation kan således utgå. Utifrån de dimensionerande olyckorna, platsspecifika förutsättningar och personer närvarande föreslås att följande åtgärder vidtas.

- Om en bullerskärm uppförs mellan väg 200 och bebyggelsen inom planområdet ska den utföras i blandklass EI30. Om en bullerskärm inte uppförs ska fasader som vetter mot väg 200 på byggnader inom 50 meter från väggkant på väg 200 utföras i brandklass EI30.
- Området inom 20 meter från väggkant på väg 200 ska inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus
- Byggnader inom 100 meter från väggkant på väg 200 ska kunna utrymmas bort från vägen.
- Byggnader inom 100 meter från väggkant på väg 200 ska kunna ta friskluften från ett högt läge bortvänt från väg 200. Om bullerskärm på en höjd av 5 meter uppförs så kan kravet om ventilationsåtgärd undantas från den bebyggelse som skyddas.

Om dessa skyddsåtgärder genomförs bedöms riskerna på grund av transporter av farligt gods på väg 200 vara tolerabla enligt använda kriterier.

9 Referenser

- EnviroPlanning AB. (2022). *Strategisk miljöbedömning gällande detaljplan för fastigheterna Locketorp-Törsatorp 1:7 m.fl., Skövde kommun, Västra Götalands län.*
- Länsstyrelsen. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen.* Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län.
- Miljöbalken. (1998:808).
- MSB. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter - september*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Norconsult. (2010). *Gårda 1:15, 2:12 och 3:12 - Riskutredning avseende transport av farligt gods.*
- Plan-och bygglagen. (2010:900).
- Ramboll. (2024). *Trädgårdsstaden etapp 5 - Trafik- och bullerutredning.* Malmö.
- Rtj Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar.* Göteborg: Räddningstjänsten Storgöteborg.
- SCB. (2023). *Antal personer per hushåll efter region, boendeform och år.* Hämtat från [https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__HE__HE0111/HushallT29/table/tableV
iewLayout1/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__HE__HE0111/HushallT29/table/tableViewLayout1/)
- SIS. (2018). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering – Vägledning.* Stockholm: Utgåva 2, ICS: 03.100.01.
- Skövde kommun. (Januari 2025). Illustrationer framtagna av Skövde kommun.
- SRV. (1996). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport.*
- SRV. (1997). *Värdering av risk; FoU rapport.* Karlstad: Räddningsverket.
- TRAFÄ. (2019). *Lastbilstrafik 2000–2018. Årliga rapporter utgivna av TRAFÄ (f.d. SIKÄ).*
- Trafikverket. (2016). *Trafikuppräkningsstal för EVA 2014-2040-2060.* Hämtat från https://bransch.trafikverket.se/contentassets/ab2b717bc619425280126edb6e725188/2016/trafikupprakningstal_eva_160401.pdf
- Trafikverket. (2023). *Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2023-10-01.* Borlänge: Trafikverket.
- ÖSA. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.* Öresund Safety Advisers AB.

Bilaga 1 Beräkning av risker transporter av farligt gods på väg

Innehåll

1. Beräkning av sannolikhet för olycka	2
2. Händelseträd.....	4
2.1 Händelseträd från RBM II	4
2.1.1 Klass 2.1	5
2.1.2 Klass 2.3	6
2.1.3 Klass 3	7
2.2 Klass 1	7
2.5 Klass 5.1	9
3. Konsekvenser av scenario.....	10
3.1 Klass 1	12
3.2 Klass 5.1	15
3.3 Individrisk	16
Referenser	17

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 och 4 genomförs i excelblad och steg 3 genomförs i GIS-programmet QGIS.

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

1. Beräkning av sannolikhet för olycka

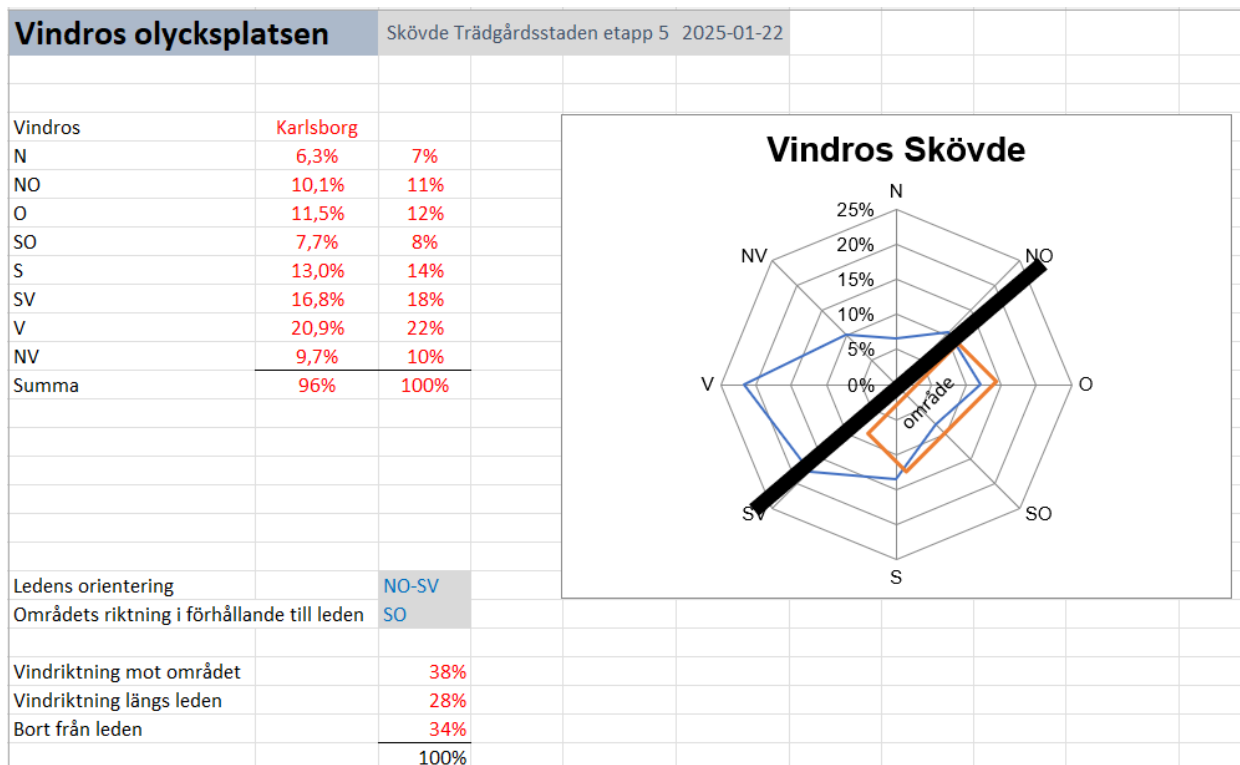
Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor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

Antal transporter med de olika klasser farligt gods ger sedan antalet olyckor med transporter av de olika klasser farligt gods per kilometer. Att sannolikheten beräknas per kilometer beror på att vägsträckan som skall användas i sannolikhetsberäkningar varierar beroende på vilket scenario som är aktuellt. Ingångsdata och beräkningsresultaten för sannolikhet för olyckor finns i *figur 1*. I *figur 1* framgår också ungefärliga avstånd till planområdet samt uppskattning av bredd på hus.

Ingångsdata till SR och IR		Skövde Trädgårdsstaden etapp 5		2025-10-22
Olycksrisk				
PO	0,085	1/miljon fordonskm, år		
miljoner till km	1000000			
Risk för olycka	8,50E-08	1/fordonskm, år		
Andel singelolyckor	38%			
Andel olyckor med fler än 2 fordon iblandade	63%			
Olycksrisk fordon	1,52E-07	1/fordonskm, år		
Område enligt nedan	2	ange siffervärde		
Antal standardaxlar	1,1			
Sannolikhet utströmning > 100 kg				
Område		Kondenserade gaser	Vätskor	
Motorväg	1	0,052	0,101	
Utanför tätort	2	0,034	0,077	
Inom tätort	3	0,006	0,021	
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089	
Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och natttid				
Andel transporter dagtid	0,7			
Faktor för osäkerhetsanalys 1,0 i vanliga fall 1,25 v	1			
Klass och ämnesgrupp	Antal transporter totalt	Risk>100 kg	Utsläppsrisk dag/km, år	Utsläppsrisk natt/km, år
Klass 1, massexplosiv	3	1	3,4E-07	1,5E-07
Klass 2.1	570	0,034	2,1E-06	8,8E-07
Klass 2.3	4	0,034	1,4E-08	5,9E-09
Klass 3, bensin	4425	0,077	3,6E-05	1,6E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	100	0,077	8,2E-07	3,5E-07
Bredd på hus första raden [m]	30			
Medelavstånd till område inne [m]	35			
Medelavstånd till område ute [m]	5			
Områdets längd längs leden [m]	670			

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 (SMHI 2006).

2. Händelseträd

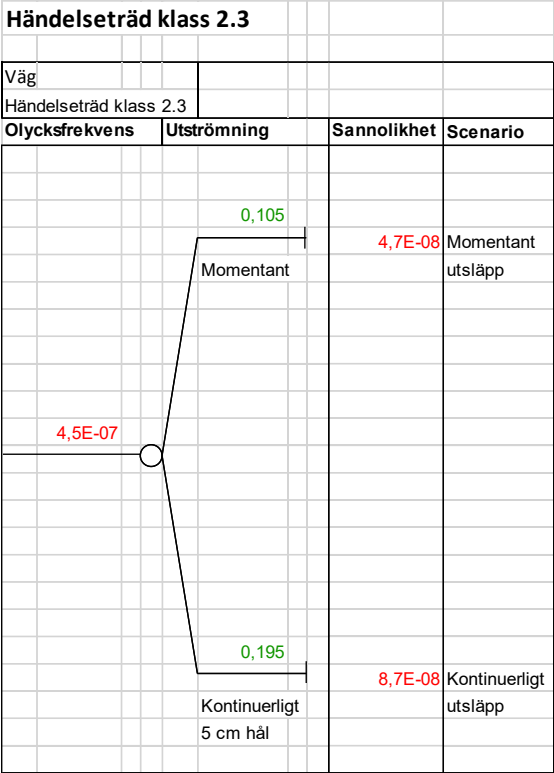
Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har kopierats från RBM II och presenteras i *avsnitt 2.1*.

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.

2.1 Händelseträd från RBM II

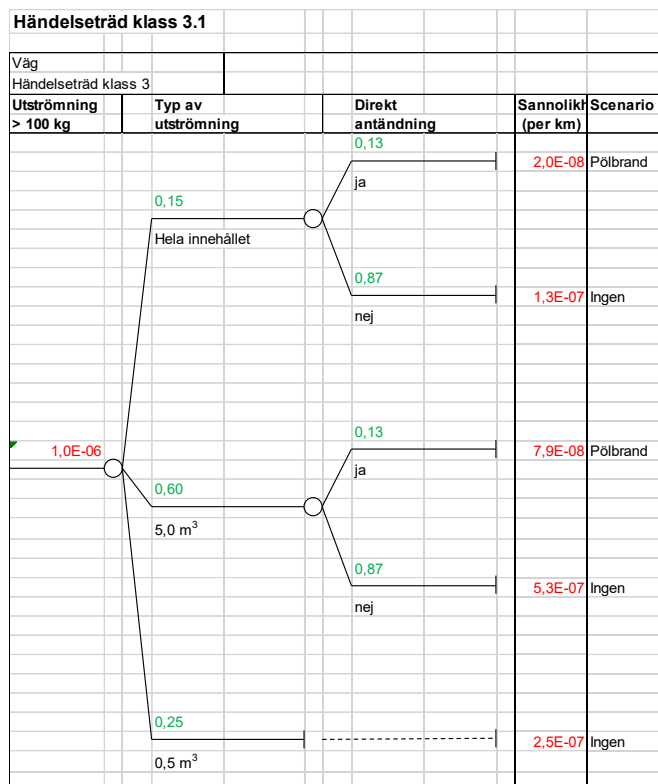
Den initiala olycksfrekvensen för händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 beräknas enligt *avsnitt 1* och resterande delen av händelseträdet baseras på RBM II. RBM II skiljer på om utsläppet sker momentant eller kontinuerligt för de berörda klasserna. Om utsläppet sker momentant släpps hela innehållet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

2.1.2 Klass 2.3



Figur 4. Händelseträd olycka giftiga gaser.

2.1.3 Klass 3



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

2.2 Klass 1

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

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

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

Sannolikhet för explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan

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

Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på

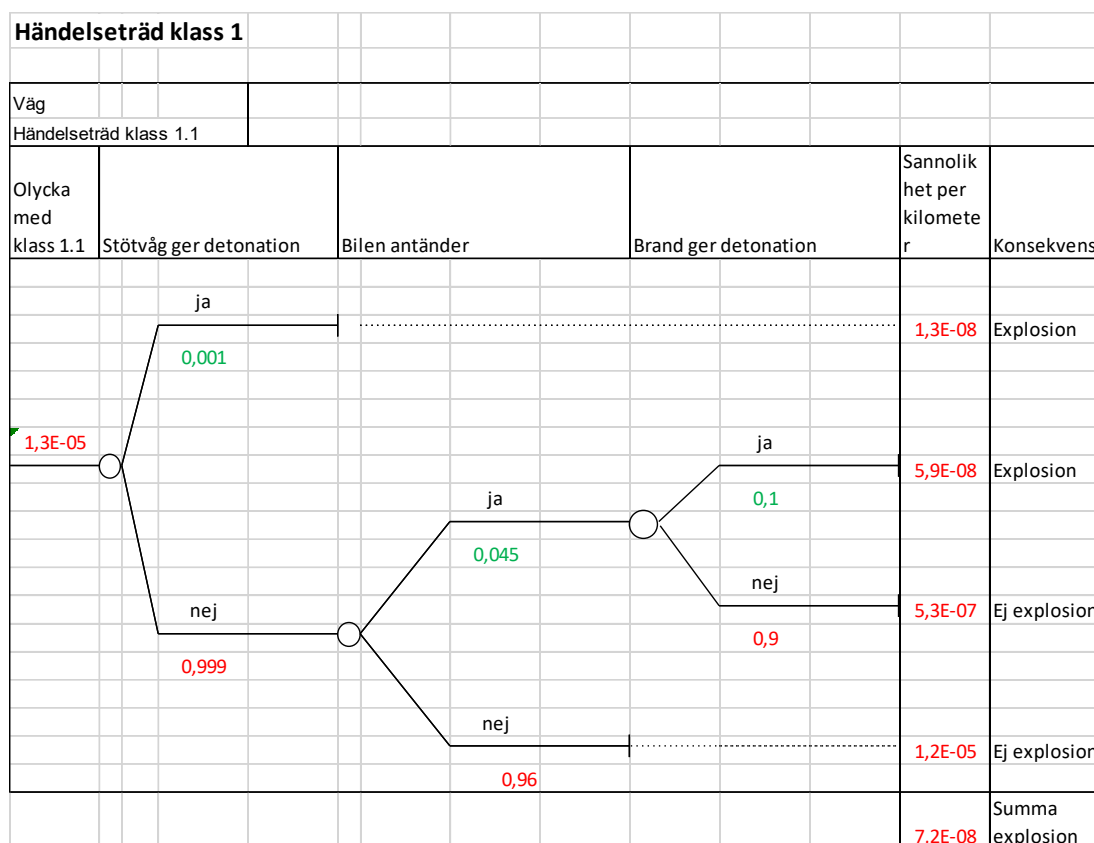
nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

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

Sannolikhet för detonation på grund av brand

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

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



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

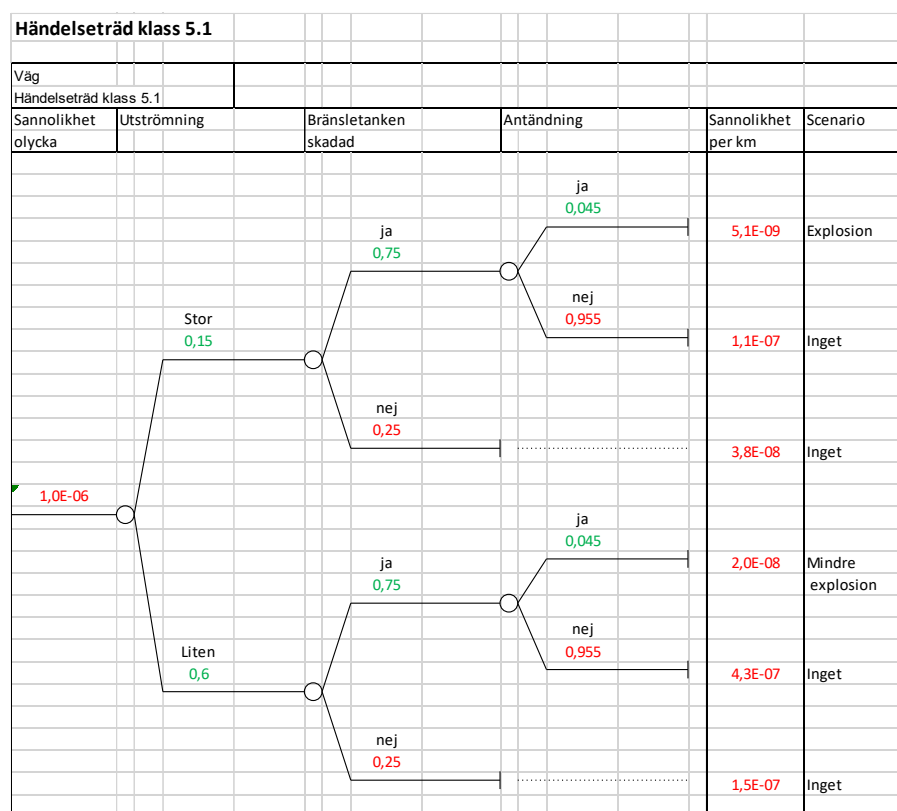
2.5 Klass 5.1

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

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

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

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



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

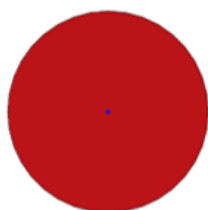
3. Konsekvenser av scenario

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

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

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

Klass 1 och klass 5



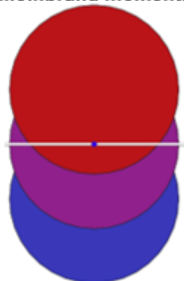
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

Jet



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

Molnbrand momentan



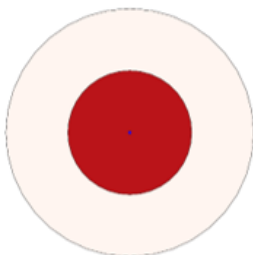
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

Molnbrand kontinuerlig



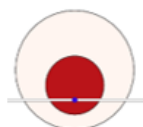
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

Gasexplosion momentan



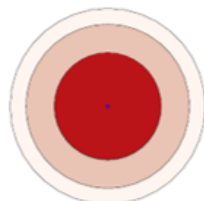
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



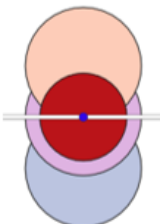
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



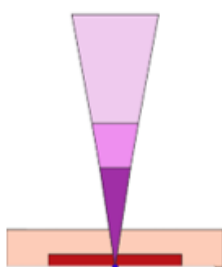
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan

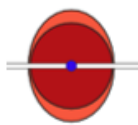


	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

Giftiga gaser kontinuerligt



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

Pölbrand

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

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

3.1 Klass 1

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

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

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

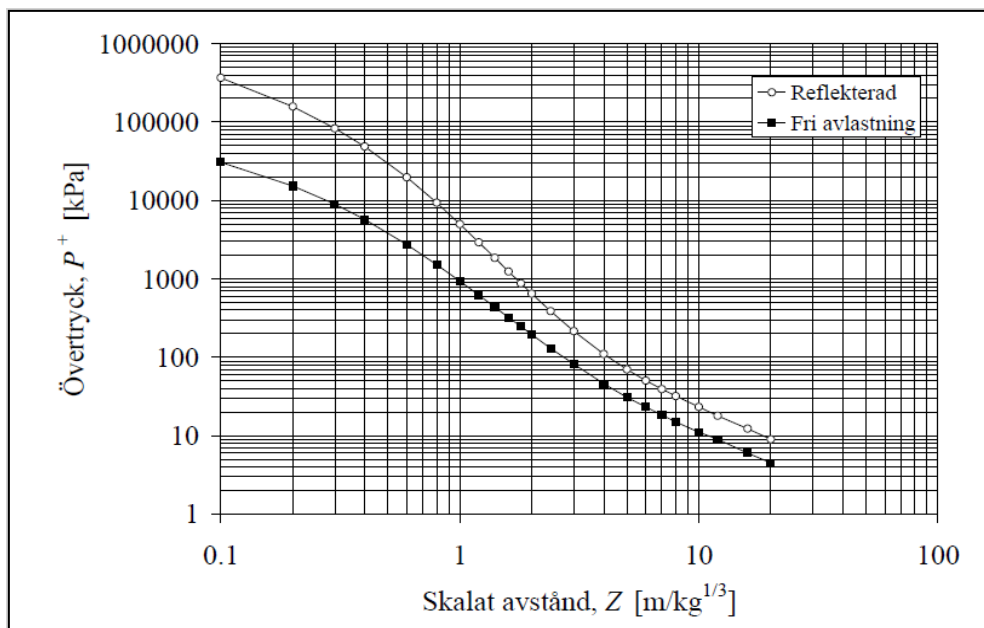
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

R = avstånd från explosionscentrum (m)

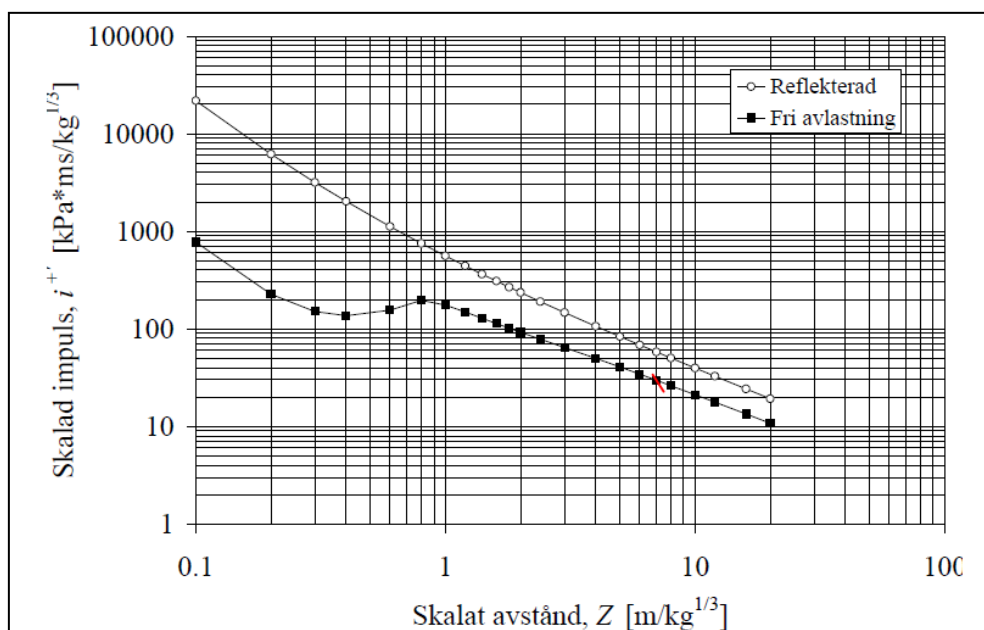
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

Figur 9 ger övertrycket p_+



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

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



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

Resultaten visas i *tabell 1*.

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

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

Skador på bebyggelsen

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

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

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

Skador utomhus

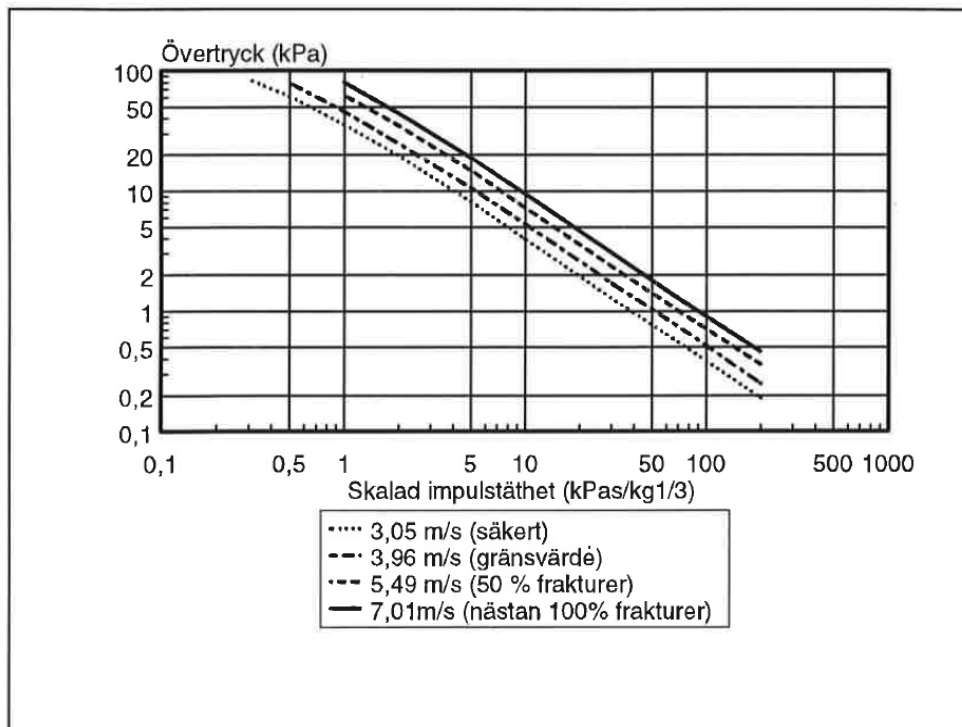
Direkta skador pga. tryck

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

Indirekta skador

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

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



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

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

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

3.2 Klass 5.1

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

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

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

3.3 Individrisk

Individrisken beräknas med hjälp av följande ekvation:

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

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

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

Referenser

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