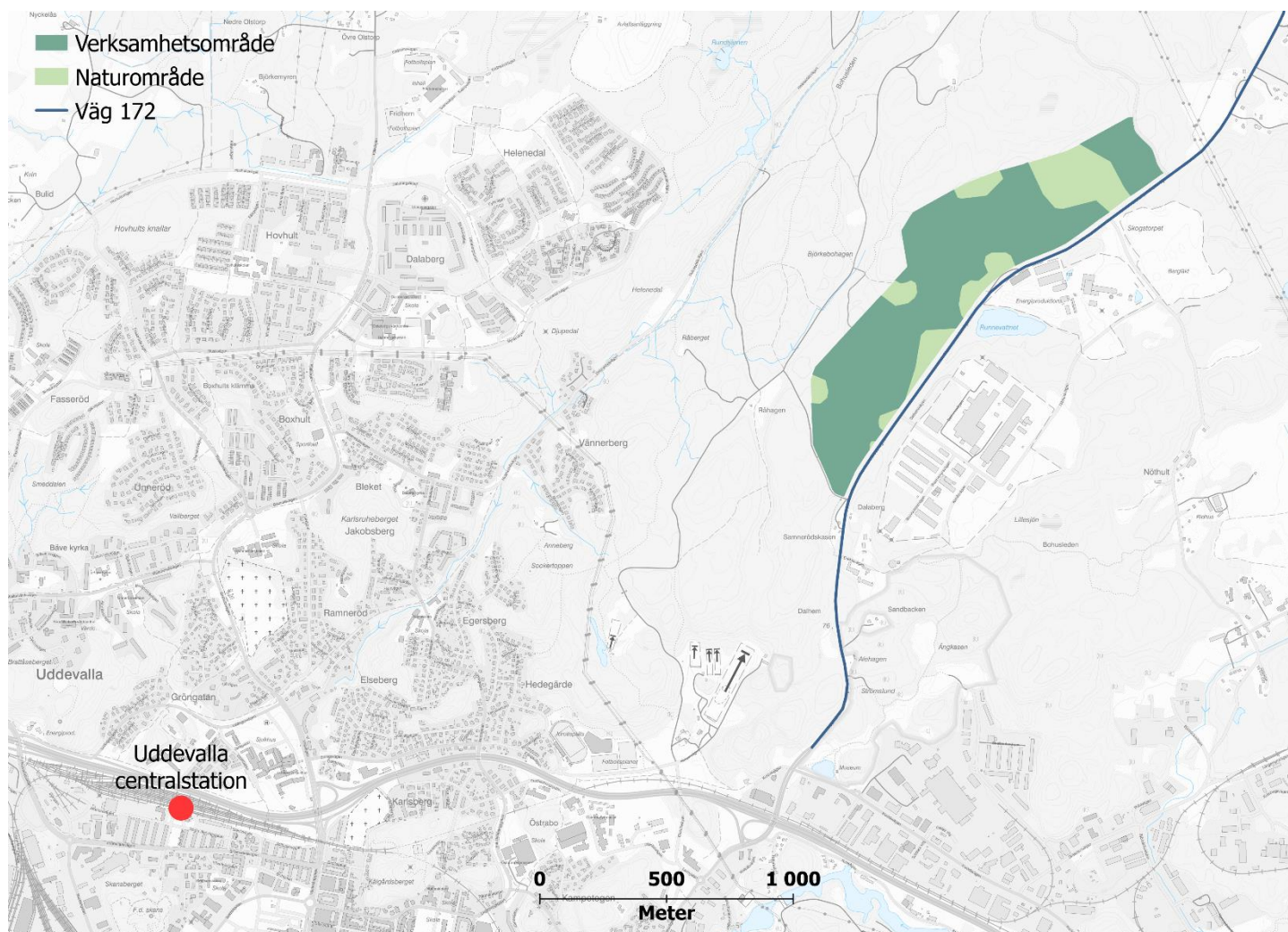


Västra Lillesjö

Riskutredning transport av farligt gods

Uppdragsnr: 108 50 97 Version: 2 Datum: 2023-01-24



Uppdragsgivare: Uddevalla kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Gustaf Palmborg
Konsult: Norconsult AB, Hantverkargatan 5K, 112 21 Stockholm
Uppdragsledare: Johan Hultman
Handläggare: Hannah Carlsson Wendin

2	2023-01-24	Granskningshandling	Hannah Wendin	Johan Hultman	
1	2022-12-12	Interngranskning	Hannah Wendin		
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

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

► Sammanfattning

I Västra Lillesjö, cirka 2 km nordost om Uddevalla centrum, arbetar Uddevalla kommun med att ta fram en ny detaljplan. Syftet med detaljplanen är att möjliggöra ny industrimark. Planområdet ligger längst väg 172 som är en primär transportled för farligt gods. Avståndet mellan väggkant och planområde är cirka 20 meter. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy ska riskfrågor beaktas vid fysisk planering inom 150 meter från transportled för farligt gods och därför har denna riskutredning tagits fram.

Beräkningarna av individrisken visar på acceptabla nivåer både i ursprunglig beräkning och i osäkerhetsanalysen.

Beräkningarna av samhällsrisken visar att risken ligger strax under mittdelen av ALARP-området både i ursprungsberäkningen och i osäkerhetsanalysen. Detta innebär att skyddsåtgärder som är rimliga, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. För Västra Lillesjö föreslås följande skyddsåtgärder på ny bebyggelse:

- **För bebyggelse inom 50 meter från väg 172:** Fasader och fönster som vetter mot väg 172 ska uppföras i minst brandklass EI30.
- **För bebyggelse inom 150 meter från väg 172:** Utrymning ska vara möjlig bort från väg 172
- **För bebyggelse inom 150 meter från väg 172:** Ventilation ska placeras högt och vänd bort från väg 172

Det bör säkerställas att ny bebyggelse kan utrymmas bort från väg 172. Ytterligare skyddsåtgärder bedöms inte vara aktuella med hänsyn till aktuella risknivåer.

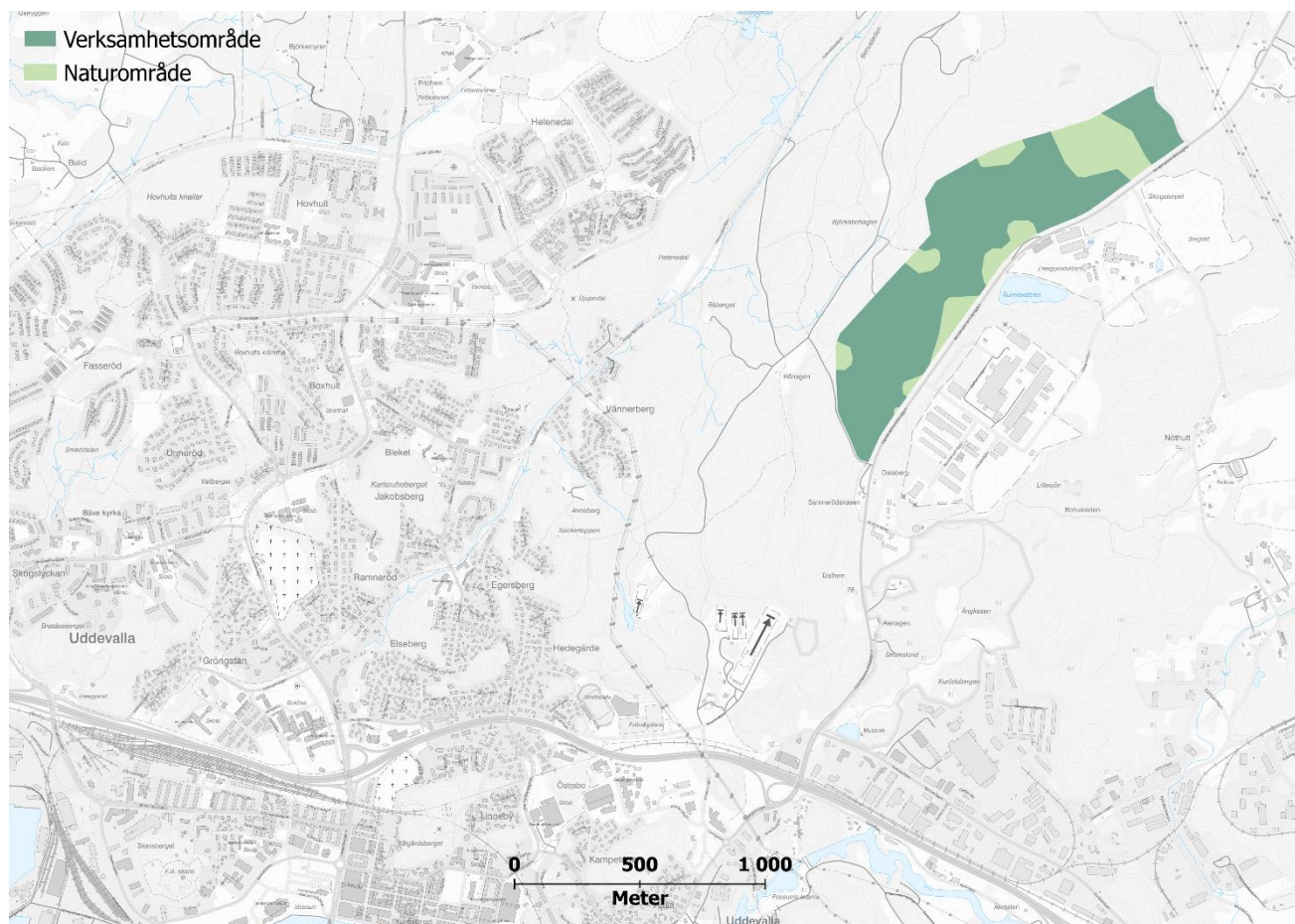
Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs bedöms risknivåerna vara tolerabla enligt använda riskkriterier.

► Innehåll

1	Inledning	5
2	Risker med transport av farligt gods	6
2.1	Typer av farligt gods	6
2.2	Konsekvenser av en olycka med farligt gods	6
3	Riskbedömning i den fysiska planeringen	8
3.1	Vad är risker?	8
3.2	Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods	9
3.3	Riskhantering	11
4	Platsspecifika förutsättningar	13
4.1	Området	13
4.2	Antalet personer närvarande	13
4.3	Väg 172	14
5	Resultat	16
5.1	Individrisk	16
5.2	Samhällsrisk	17
5.3	Osäkerhetsanalys	17
5.4	Skyddsåtgärder brandfasad	19
6	Diskussion och slutsats	21
7	Referenser	22
	Bilaga 1	

1 Inledning

I Uddevalla kommun arbetar kommunen med att ta fram en detaljplan för Västra Lillesjö där syftet är att möjliggöra ny industrimark. Planområdet ligger längst med väg 172 cirka 2 km nordost om Uddevalla centrum och har en areal på cirka 62 ha, se Figur 1.



Figur 1. Översiktsskarta med planområde Västra Lillesjö.

I ett avgränsningssamråd med länsstyrelsen framgick det att det krävs hänsyn till farligt gods då planområdet angränsar till en utpekad farligt godsled, väg 172. Enligt länsstyrelsens riskpolicy (2006) ska risker beaktas vid all samhällsplanering som sker inom 150 meter från transportled för farligt gods.

Norconsult har fått i uppdrag att genomföra en riskutredning kopplat till planområdet för Västra Lillesjö. 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). Rapporten syftar till att ge bakgrundsinformation om risker med transport av farligt gods, redovisa förutsättningar för beräkningar samt presentera och diskutera resultat från riskberäkningarna.

2 Risker med transport av farligt gods

2.1 Typer av farligt gods

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

Tabell 1. Indelning av farligt gods.

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

2.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

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

Konsekvenserna för aktuella klasser beskrivs mer utförligt i *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.

3 Riskbedömning i den fysiska planeringen

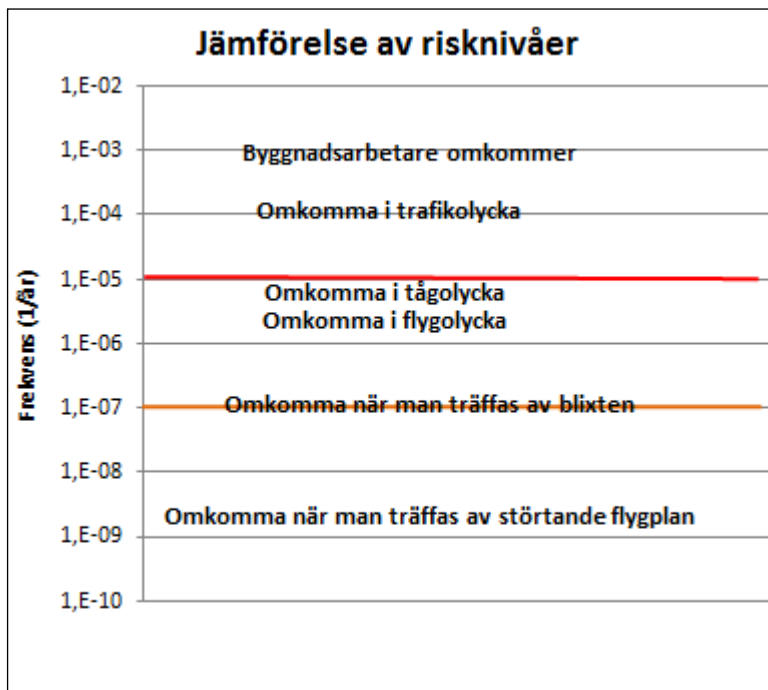
3.1 Vad är risker?

Risker beror på att händelser kan inträffa som har oönskade konsekvenser. Viktiga frågor är: "Hur ofta kan dessa händelser inträffa?" och "Vad är följderna om den händelsen inträffar?". 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)*.

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 personer som omkommer. Därför uttrycks konsekvensen av en olyckshändelse med farligt gods oftast som antalet omkomna. En bakomliggande tanke är att antalet skadade och övriga skador är proportionerligt till antalet omkomna. Även när kriterierna sätts för risknivåer vid transport av farligt gods används oftast antalet omkomna.

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



Figur 2. Exempel på vilka risknivåer som finns i samhället. De röda och orangea strecken är kriterier för bedömning av risknivåer och förklaras i avsnitt 3.2.

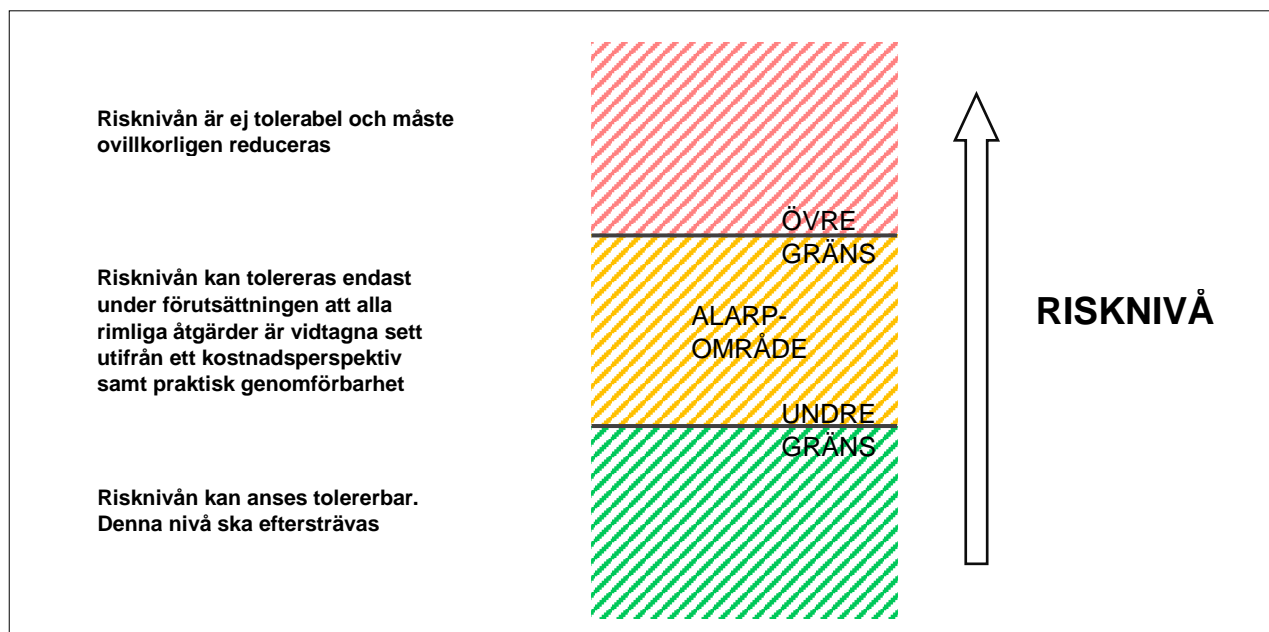
Vid riskutredning för den fysiska planeringen skiljs det på individrisk och samhällsrisk. Individrisken är risken för en person att omkomma i en olycka när han/hon befinner sig på en specifik plats i närheten av en riskkälla. För individrisken antas att personen befinner sig på denna plats under ett 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.

3.2 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

3.2.1 Kvantitativa kriterier för individrisk

I många fall – främst när det inte finns kommunala krav - tas kriterier för vad som kan bedömas vara en acceptabel risknivå från rapporten "Värdering av risk" som tagits fram på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (Räddningsverket ingår numera i Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) (SRV, 1997). I rapporten används en övre och en undre gräns, se Figur 3. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



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

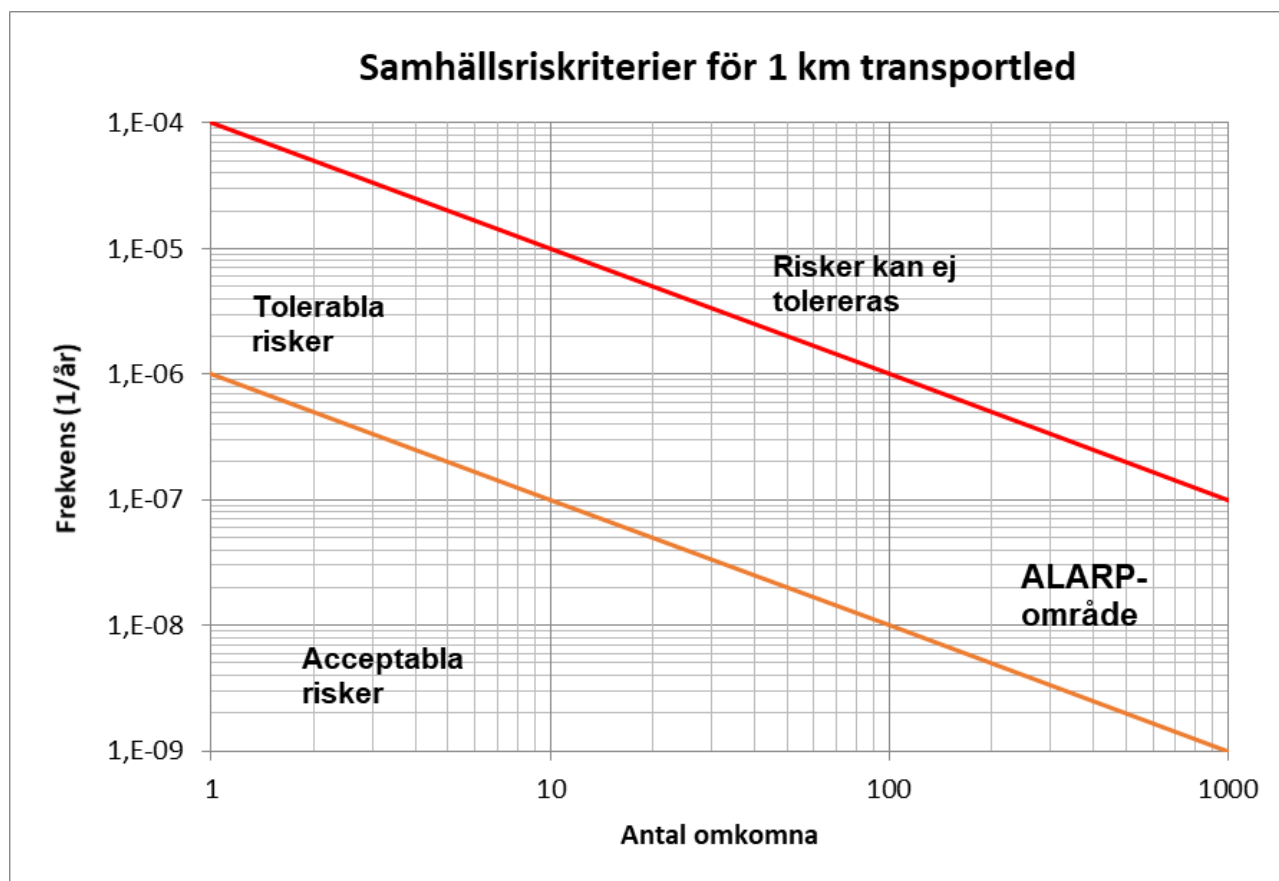
För individrisken ligger den övre gränsen på 1×10^{-5} per år och den undre på 1×10^{-7} per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om risknivån ligger under denna gräns så anses den vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisken för olika grupper i samhället. Om risknivån ligger över denna gräns så ska åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder ska verifieras (Lst, 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.

3.2.2 Kvantitativa kriterier för samhällsrisk

Även för samhällsrisk finns det kriterier i ovan nämnda rapport. Kriterierna utgår från samhällsriskenivåer för ett område på båda sidor om en sträcka av 1 km längs transportleden för farligt gods, se Figur 4.

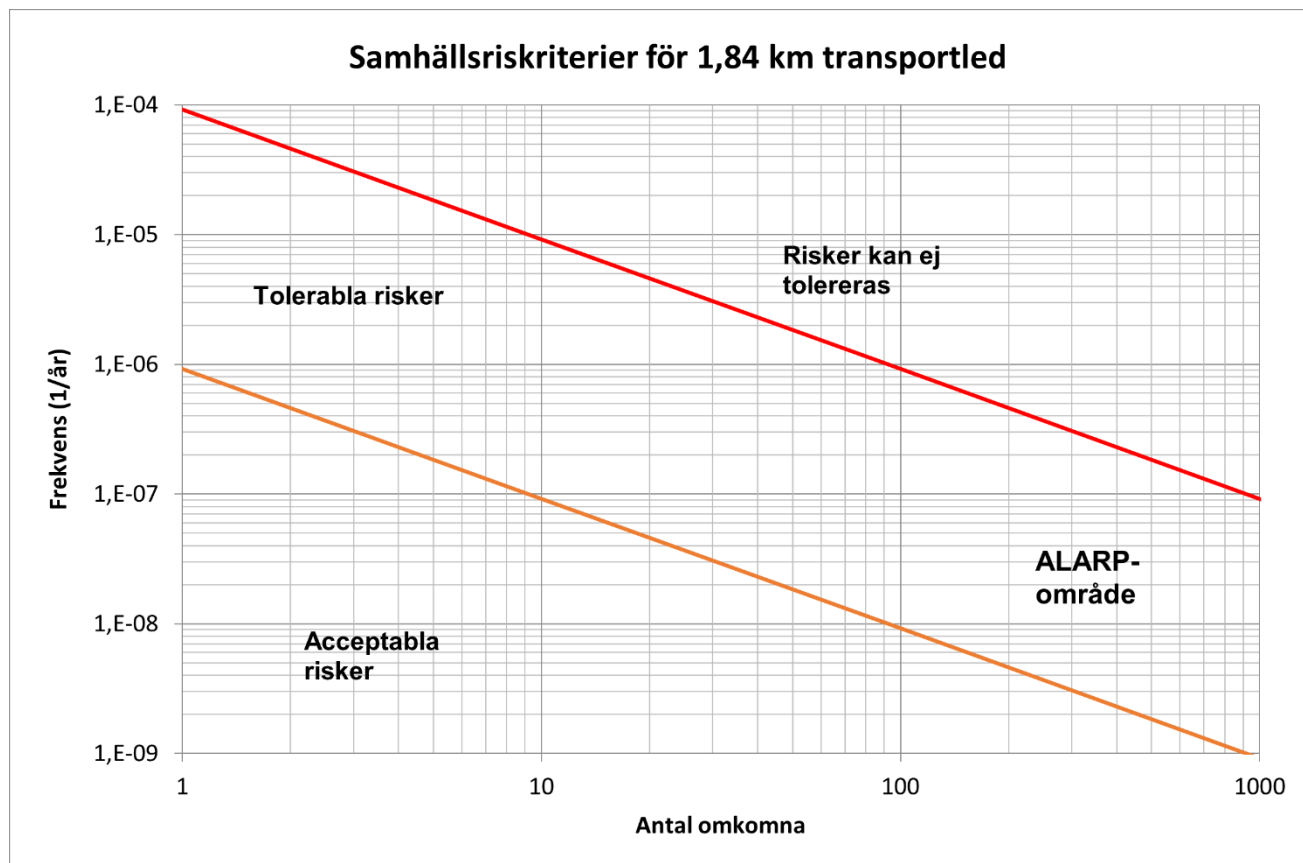


Figur 4. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i Figur 4 innebär till exempel att en olycka med högst en omkommen accepteras högst en gång på 1 000 000 år (orangea linjen). Olyckor med en omkommen kan inte tolereras oftare än en gång per 10 000 år (röda linjen). Olyckor med mer 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 väg 172 och att området ligger på en sida av leden. Omräknade kriterier visas i Figur 5. Planområdets genomsnittliga längd utmed väg 172 är cirka 1,84 km.



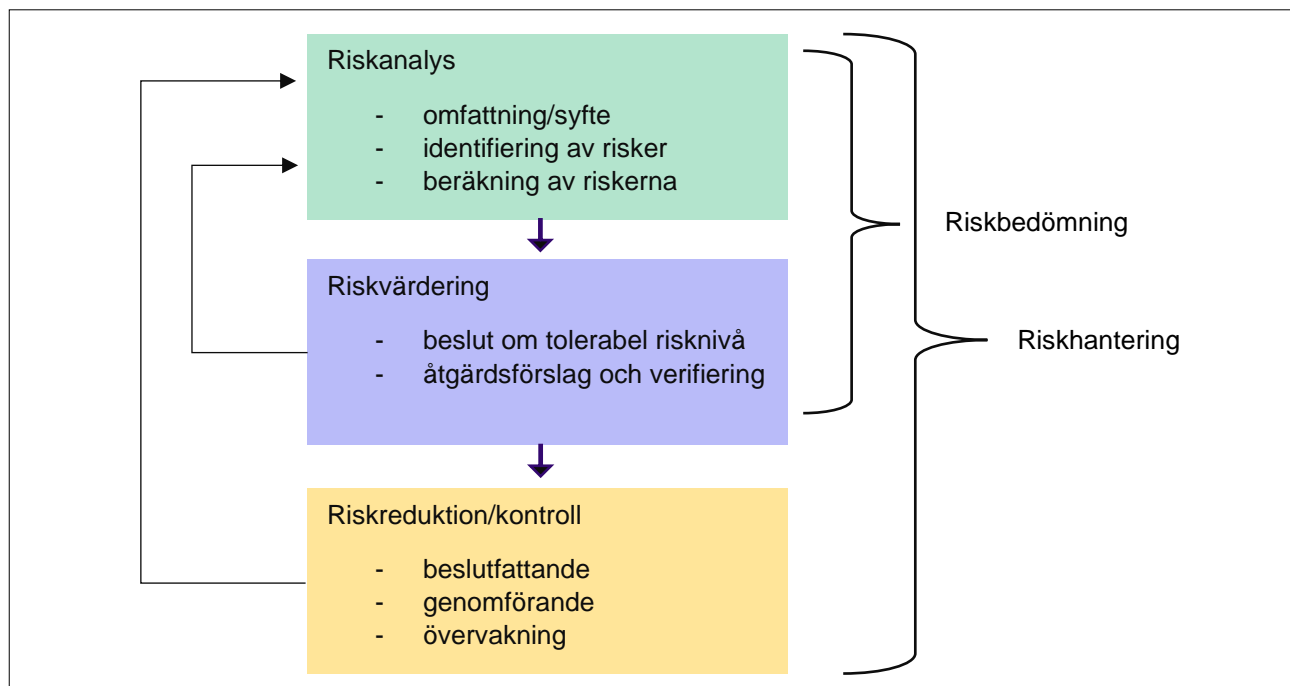
Figur 5. Riskkriterier omräknade till 1,84 km enkelsidig bebyggelse.

3.3 Riskhantering

3.3.1 Metodik vid riskhantering i den fysiska planeringen

Krav på hantering av risker i den fysiska planeringen finns i plan- och bygglagen och miljöbalken. Hälsa och säkerhet 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.

Riskhanteringsprocessen kan delas upp i tre delar; riskanalys, riskvärdering och riskreduktion/kontroll, se Figur 6 (Lst, 2006). I den första delen beräknas riskerna, i den andra delen bedöms de och åtgärder föreslås och i den tredje delen tas beslut om åtgärderna.



Figur 6. Schema över riskhanteringsprocessen (Lst, 2006).

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

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

3.3.2 ALARP-området

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

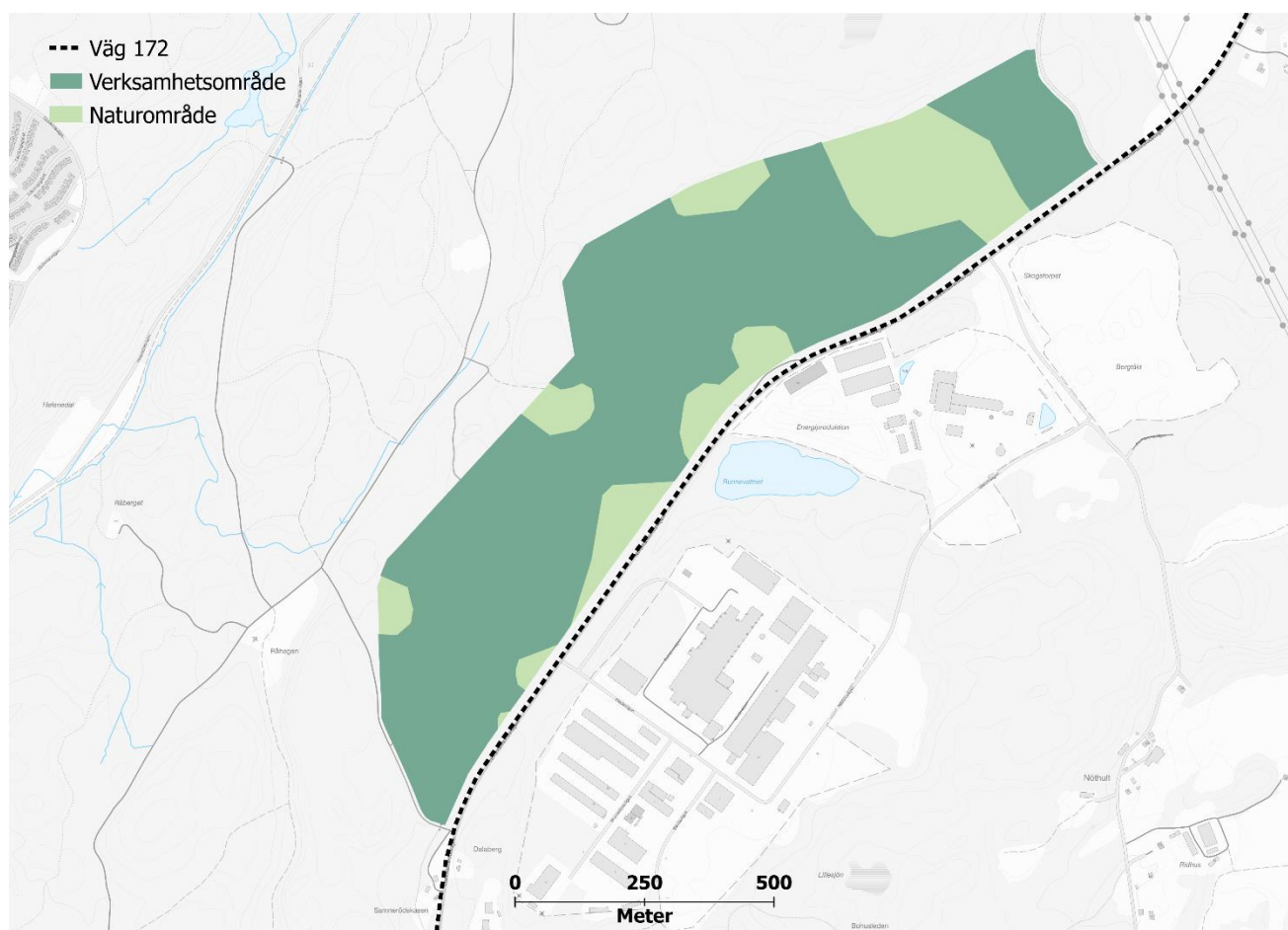
Området spänner över en faktor 100 i risknivåer, de lägsta nivåerna inom området är hundra gånger lägre än de högsta nivåerna. Området är så pass stort beroende på den osäkerhet som alltid finns i riskberäkningarna. Ofta anses att osäkerheten i resultaten av en riskberäkning kan vara så högt som en faktor 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.

4 Platsspecifika förutsättningar

4.1 Området

Planområdet planeras på skogsmark längst väg 172 med ett avstånd på cirka 20 meter från vägen. Den nya detaljplanen syftar till att möjliggöra ny industrimark. På sydöstra sidan väg 172 ligger ett befintligt industriområde. Planområdet är uppmätt till cirka 620 000 m² där förslaget är att 60% av ytan får förses med bebyggelse. I Figur 7 visas den föreslagna verksamhetsområde med ungefärliga avstånd till väg 172. Terrängen i området är relativt plan och ligger på ungefär samma nivå som väg 172. Detta innebär att brandfarliga vätskor inte rinner in mot bebyggelsen.



Figur 7. Detaljkarta över verksamhetsområdet.

4.2 Antalet personer närvarande

I riskberäkningarna är planområdet indelat i ett inomhusområde och ett utomhusområde. Det är i dagslägen inte bestämt för var inom planområdet bebyggelse för industrilokaler ska anläggas, men ytan för detta beräknas uppgå till 60% av planområdet. För markanvändning industri antas en persontäthet på 20 personer per 1 000 m² under dagtid (Göteborgs stad, 2011). 93% av personerna antas befinna sig inomhus och 7% utomhus. Det förväntas inte befinna sig några personer i området nattetid, men för att göra ett konservativt antagande så antas 1% av personerna dagtid även befinna sig där nattetid. Under denna tid antas 99%

befinna sig inomhus och 1% utomhus. I beräkningarna har det antagits att den maximalt tillåtna byggytan exploateras med 1 våning, totalt cirka 372 000 m². I osäkerhetsanalysen beräknas konsekvenserna av om 25 % fler personer är på plats i området. En sammanställning över antalet personer närvarande kan ses Tabell 2.

Tabell 2. Antal personer närvarande.

Område	Personer dagtid	Personer nattetid	Osäkerhetsanalys: Personer dagtid	Osäkerhetsanalys: Personer nattetid
Inomhus	5 370	50	6 710	70
Utomhus	400	1	510	1

4.3 Väg 172

Väg 172 är en primär transportled för farligt gods. Vägsträckan förbi planområdet ingår i MSB:s undersökning från september månad 2006. Enligt MSB:s uppgifter transporterades 1 239 transporter med farligt gods under år 2006. År 2040 förväntas antalet transporter med farligt gods öka till cirka 2 250 förutsatt en ökning av godstrafiken med 80% (Trafikverket, 2022:1).

Nationellt genomsnitt är en annan källa som också brukar användas vid riskanalyser av transport av farligt gods. Uppgifter från nationell statistik anger att cirka 3,9% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFÄ, 2019). Antalet tunga fordon på väg 172 har av Trafikverket (2022:2) uppmätts till 670 tunga transporter per dygn. Med stöd av procentandelen 3,9% (TRAFÄ, 2019) och trafikuppräkningsstal 1,48 (Trafikverket, 2022:1) förväntas antalet transporter av farligt gods enligt nationellt genomsnitt uppgå till cirka 14 150 fordon år 2040. Dessa transporter kan sedan fördelas till de olika ADR-klasserna enligt nationell statistik från TRAFÄ (2019), se Tabell 3.

Tabell 3. Antal förväntade transporter år 2040 med farligt gods på väg 172 förbi planområdet.

Klass	MSB (uppräknat till 2040)	Nationellt genomsnitt (uppräknat till 2040)	Används i riskberäkningarna (prognosår 2040)
1 Explosiva ämnen	20	38	38
2.1 Brandfarliga gaser	700	670	700
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	0	2 200	-
2.3 Giftiga gaser	0	5	5
3 Brandfarliga vätskor	1 500	6 900	4 200
4 Brandfarliga fasta ämnen	2	380	-
5 Oxiderande ämnen	0	350	100
6 Giftiga ämnen m m	9	980	-
8 Frätande ämnen	26	1 900	-
9 Övriga farliga ämnen	27	700	-
Totalt	2 200	14 000	

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 fet stil i tabellen.

För klass 1 och klass 2.3 har nationellt genomsnitt valts och för klass 2.1 har MSB valts. Detta för att ta höjd för eventuell framtida ökning. För klass 5 har samma tiopotens som för nationellt genomsnitt valts eftersom MSB inte visar på några sådana transporter, men att det inte går att utesluta att transporter i klass 5 sker eller kommer att ske. För klass 3 har ett medelvärde av nationellt genomsnitt och MSB valts.

De angivna klasserna omfattar var för sig ett stort antal olika ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste antalet transporter beräknas för de ämnesgrupperna med de högsta risknivåerna. Detta görs nedan utifrån tillgänglig statistik på området.

I klass 1 är det de massexplosiva ämnena som står för de betydande riskerna. Andelen massexplosiva ämnen sätts till 10 % (ØSA, 2004). 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. En sammanställning av antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området finns i Tabell 4. För att ta hänsyn till osäkerheten i antalet transporter har en osäkerhetsanalys genomförts med 25 % fler transporter än vad som anges i Tabell 4.

Tabell 4. Farligt gods på väg 172 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	4
2.1 Brandfarliga gaser	700
2.3 Giftiga gaser	5
3. Mycket brandfarliga vätskor	3 150
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	33

4.3.1 Sannolikhet för olyckor

Sannolikheten för olyckor fås från Trafikverkets handbok "Effektsamband för transportsystemet" (Trafikverket, 2020). Risken för olyckor på en statlig väg med en högsta tillåten hastighet på 70 km/h anges till 0,144 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller $1,44 \times 10^{-7}$ per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 30 % (SRV, 1996), vilket innebär att det vid 70 % av olyckorna är minst två fordon inblandade. Om det bortses från olyckor med fler än 2 fordon inblandade, vilket inte påverkar resultatet nämnvärt, så är risken för att ett fordon blir inblandat i en olycka på en 1 km lång sträcka av vägen lika med $1,44 \times 10^{-7} \times (2-0,3) * 1,1 = 2,69 \times 10^{-7}$. I denna beräkning tas även hänsyn till att antal standardaxlar är 1,1.

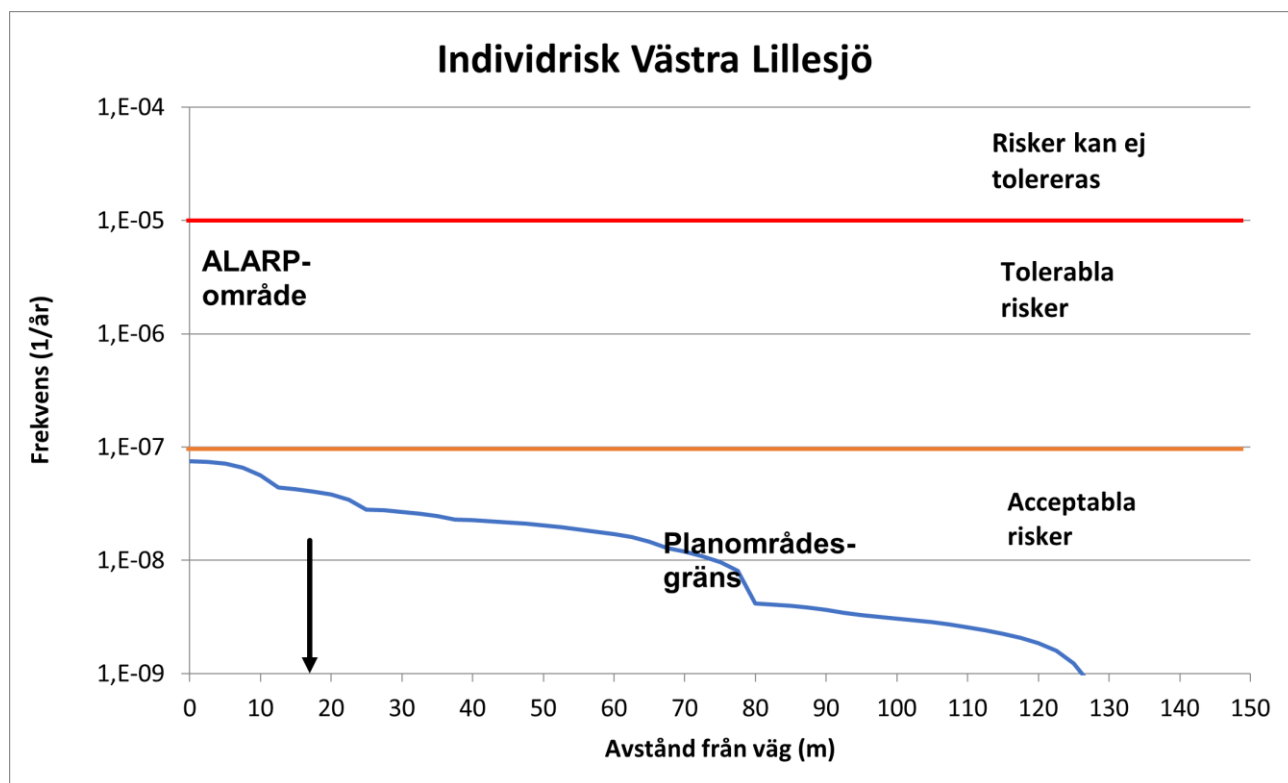
5 Resultat

I detta kapitel redovisas beräkningsresultaten för individ- och samhällsrisk utan skyddsåtgärder för transporter av farligt gods på väg 172. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys där antalet transport av farligt gods och antal personer närvarande i området ökas med 25 %. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området har redovisats i Kapitel 4.

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

5.1 Individrisk

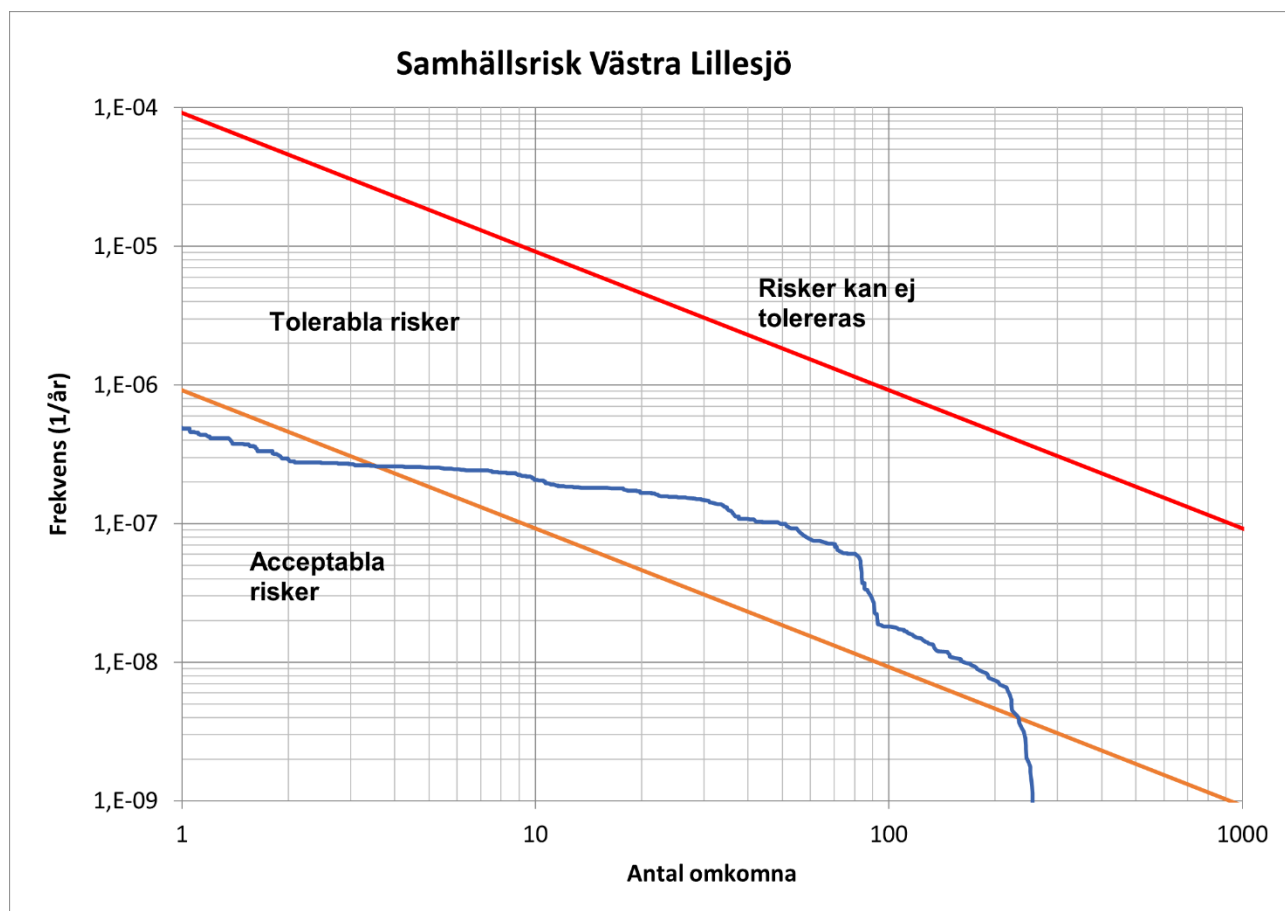
I Figur 8 visas individrisken i området på grund av farligt gods på väg 172. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå från vägkant på väg 172.



Figur 8. Individrisken vid planområdet längs väg 172.

5.2 Samhällsrisk

I Figur 9 visas samhällsrisken i planområdet från transporter av farligt gods på väg 172. Beräkningen visar att risknivån ligger i nedra halvan av ALARP-området vilket medför att ekonomisk rimliga och praktiskt genomförbara åtgärder ska genomföras.



Figur 9. Samhällsrisiken för Västra Lillesjö från väg 172.

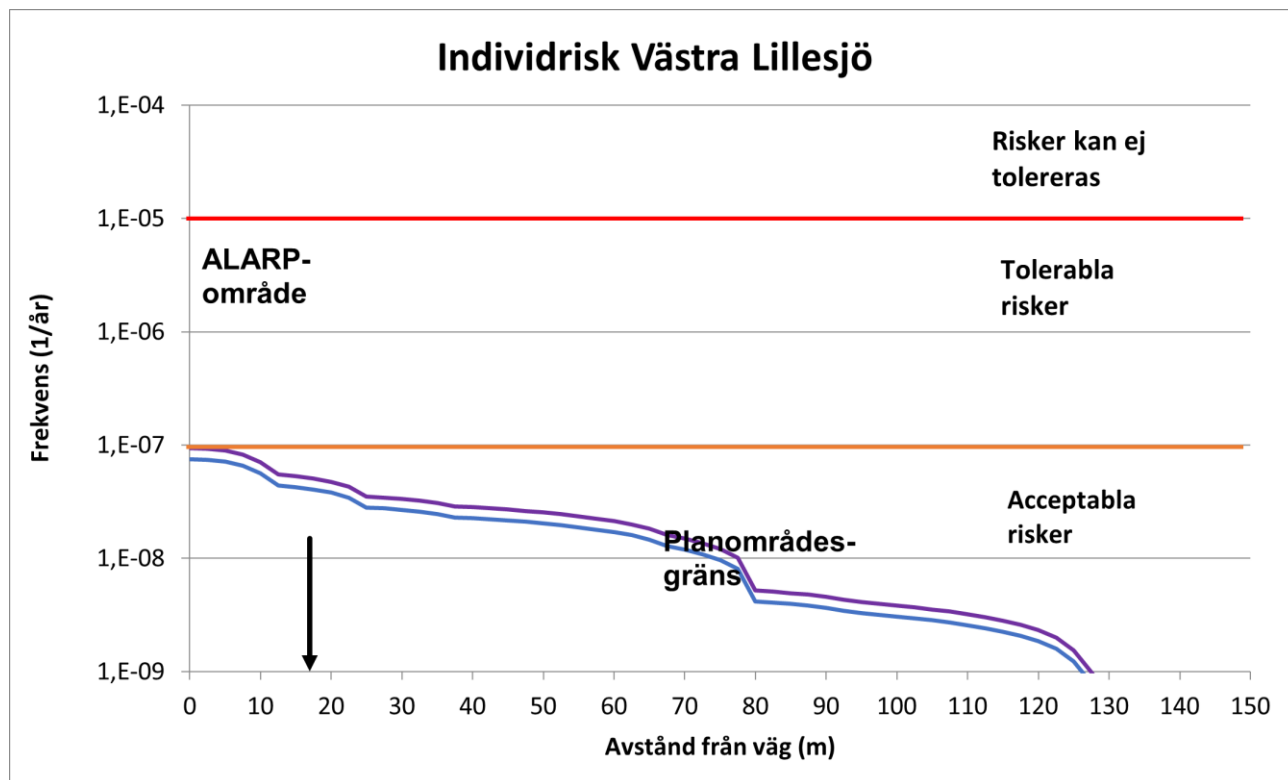
5.3 Osäkerhetsanalys

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

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

5.3.1 Individrisk

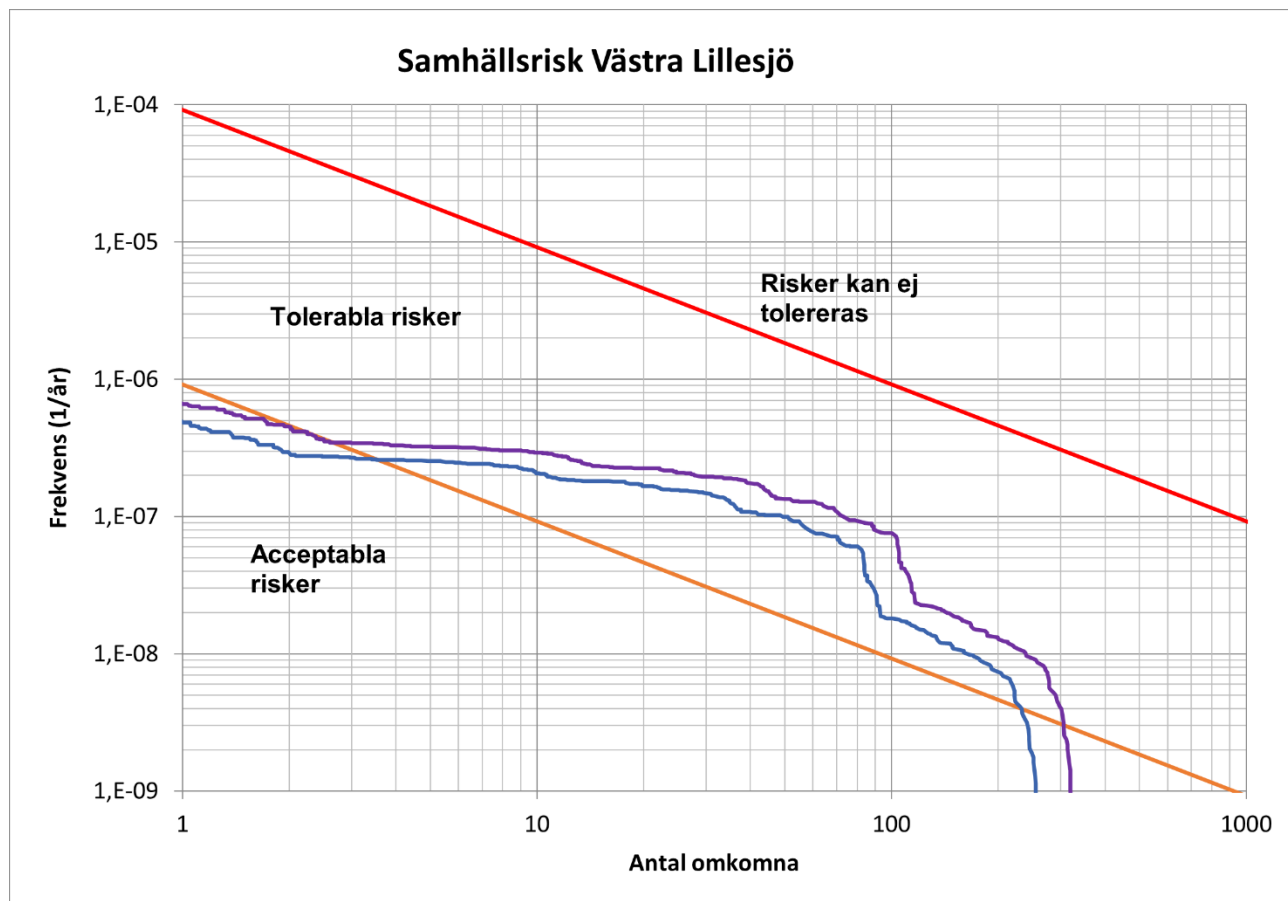
Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods och personer på plats i området presenteras i Figur 10. Enligt beräkningarna ökar risknivån, men är fortfarande acceptabel.



Figur 10. Individrisken vid planområdet längs väg 172. Ursprunglig beräkning illustreras med blå linje och osäkerhetsanalysen illustreras med lila linje.

5.3.2 Samhällsrisk

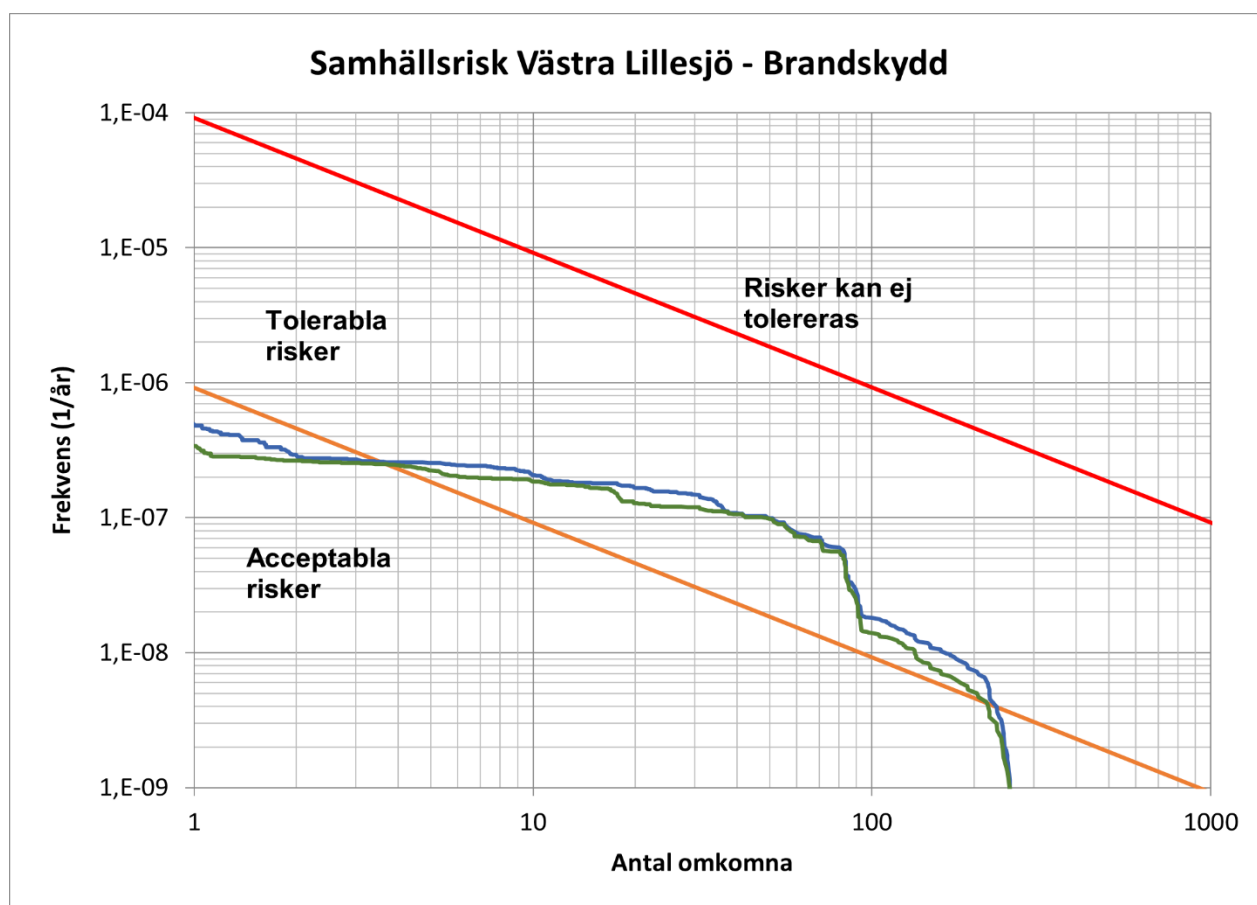
Figur 11 visar att samhällsrisken ökar med ligger kvar i mittdelen av ALARP-området. I osäkerhetsanalys har antalet transporter av farligt gods samt att antalet personer närvarande i planområdet ökat med 25 %.



Figur 11. Samhällsrisk för Västra Lillesjö. Osäkerhetsanalysen för illustreras med lila linje och ursprunglig beräkning illustreras med blå linje.

5.4 Riskberäkning skyddsåtgärder

Med hänsyn till transporterade klasser och dimensionerande olycksscenario föreslås att för bebyggelse inom 50 meter från väg 172 ska fasader och fönster som vetter mot vägen uppföras i minst brandklass EI30. Detta innebär ett skydd mot flera av brandscenarierna men inte alla. Med bakgrund av detta antas en skyddseffekt på 60 % för brandscenarierna. Figur 12 visar samhällsriskerna där brandskydd som skyddsåtgärd är inkluderat.



Figur 12. Samhällsriskerna för Västra Lillesjö med brandskydd som skyddsåtgärd. Ursprunglig beräkning illustreras med blå linje och beräkning av brandskydd illustreras med grön linje.

Utöver skyddsåtgärd som skyddar mot brandscenarierna så 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.

6 Diskussion och slutsats

Riskberäkningarna för individrisken visar att avståndet från väggkant till en acceptabel risknivå nås till planområdets början i både den ursprungliga analysen och i osäkerhetsanalysen.

Beräkningarna av samhällsrisken visar att risken ligger i nedra halvan av ALARP-området både i ursprungsberäkningen och i osäkerhetsanalysen. Detta innebär att skyddsåtgärder som är rimliga, sett ur kostnadsperspektiv och praktisk genomförbarhet, ska vidtas. För Västra Lillesjö föreslås följande skyddsåtgärder på ny bebyggelse:

- **För bebyggelse inom 50 meter från väg 172:** Fasader och fönster som vetter mot väg 172 ska uppföras i minst brandklass EI30.
- **För bebyggelse inom 150 meter från väg 172:** Utrymning ska vara möjlig bort från väg 172
- **För bebyggelse inom 150 meter från väg 172:** Ventilation ska placeras högt och vänd bort från väg 172

Om ovanstående skyddsåtgärder genomförs bedöms risknivåerna vara tolerabla enligt använda riskkriterier.

7 Referenser

Göteborgs stad. (2011). *VÄGLEDNING TILL PARKERINGSTAL VID DETALJPLANER OCH BYGGLOV*. Göteborg: Göteborgs stad stadsbyggnadskontoret.

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

Rtj Storgöteborg. (2004). *Riktlinjer för riskbedömningar*. Räddningstjänst Storgöteborg .

SRV. (1996). *Farligt gods – Riskbedömning vid transport*. Räddningsverket.

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

TRAFÄ. (2019). *Lastbilstrafik 2000–2018. Årliga rapporter utgivna av TRAFÄ (f.d. SIKÄ) tillsammans med SCB*.

Trafikverket. (2020). *Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2020-06-15*. . Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2022:1). *Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2065*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2022:2). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från Trafikverket:
<https://vtf.trafikverket.se/tmg101/AGS/tmg102.aspx?punktnrlista=8140126&laenkrollista=1&typ=Stickprov>

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

Bilaga 1 – Beräkning av risker transport av farligt gods på väg

Innehåll

1	Beräkning av sannolikhet för olycka	3
2	Händelseträd	5
2.1	Händelseträd från RBM II	5
2.1.1	Klass 2.1	5
2.1.2	Klass 2.3	6
2.1.3	Klass 3	6
2.2	Klass 1	7
2.3	Klass 5.1	8
3	Konsekvenser av scenario	10
3.1	Klass 1	11
3.1.1	Skador på bebyggelsen	13
3.1.2	Skador utomhus	14
3.2	Klass 5.1	15
3.3	Individrisk	15
	Referenser	16

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

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

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

1 Beräkning av sannolikhet för olycka

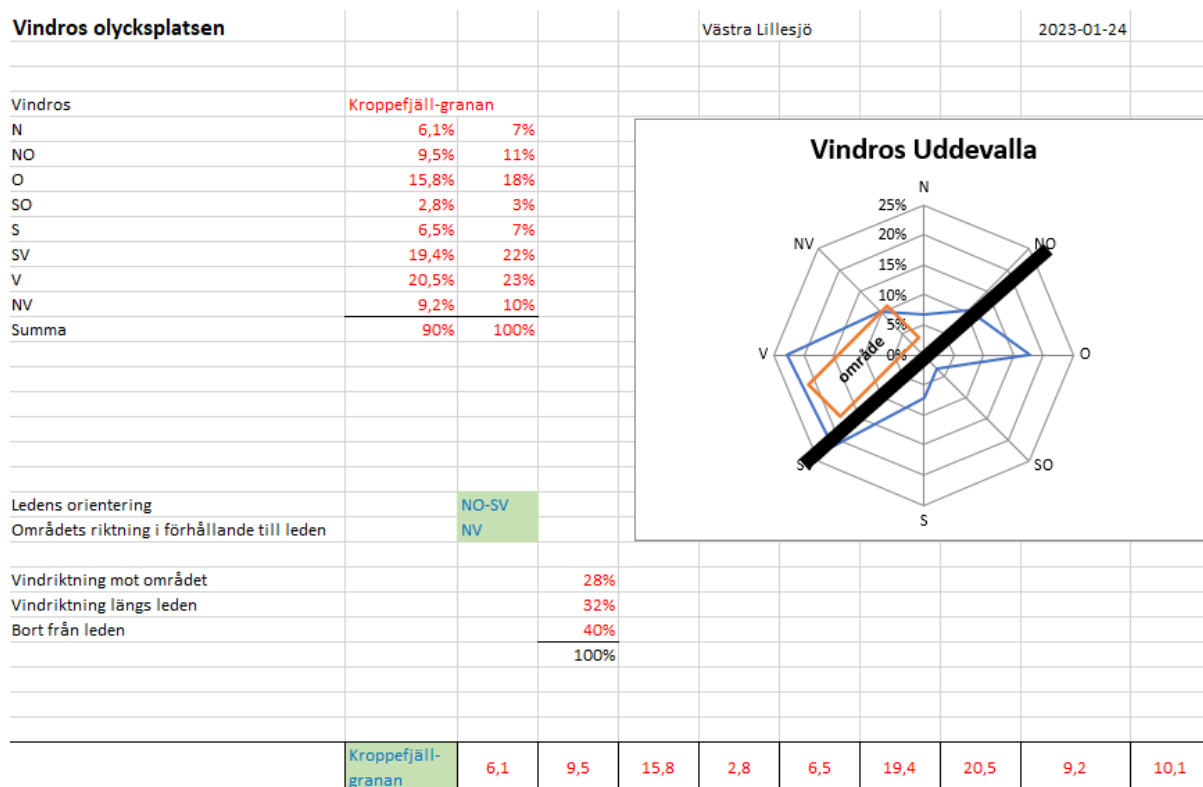
Sannolikheten för en olycka med transport av farligt gods beräknas utifrån de av Trafikverket angivna sannolikheter för personskadeolyckor per fordonskilometer på en vägsträcka av den aktuella typen (Vägverket 2008). Olycksrisken för enstaka fordon har beräknats ur risken per fordonskilometer för olyckor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

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

Ingångsdata		Uppdragsnamn:	Västra Lillesjö		2023-01-24
Olycksrisk					
Risk för olycka	1,44E-07	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	0,30				
Olycksrisk fordon	2,69E-07	1/km, år			
Område enl nedan	3	ange siffervärde			
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 vid o	1				
	antal transporter totalt	risk>100 kg	utsläppsrisk dag/km,år	utsläppsrisk natt/km,år	
Klass 1, massexplisiv	3,8	1	7,2E-07	3,1E-07	
Klass 2.1	700,0	0,006	7,9E-07	3,4E-07	
Klass 2.3	5,0	0,006	5,7E-09	2,4E-09	
Klass 3, bensin	3150,0	0,021	1,2E-05	5,3E-06	
Klass 5.1, explosionsrisk	33,3	0,021	1,3E-07	5,7E-08	
Bredd på hus första raden [m]	400				
Medelavstånd till område inne [m]	20				
Medelavstånd till område ute [m]	20				
Områdets längd längs leden [m]	1840				

Figur 1. Ingångsdata för riskberäkning

I figur 2 visas vindrosen som används vid beräkningar av vissa scenarier med gasutsläpp. Beräkningen av andelen av tiden som vinden kan föra gasen mot området respektive längs vägen framgår. Närmaste mätstation där det finns tillgänglig vindstatistik från SMHI (SMHI 2006) har använts i beräkningarna.



Figur 2. Vindros för planområdet.

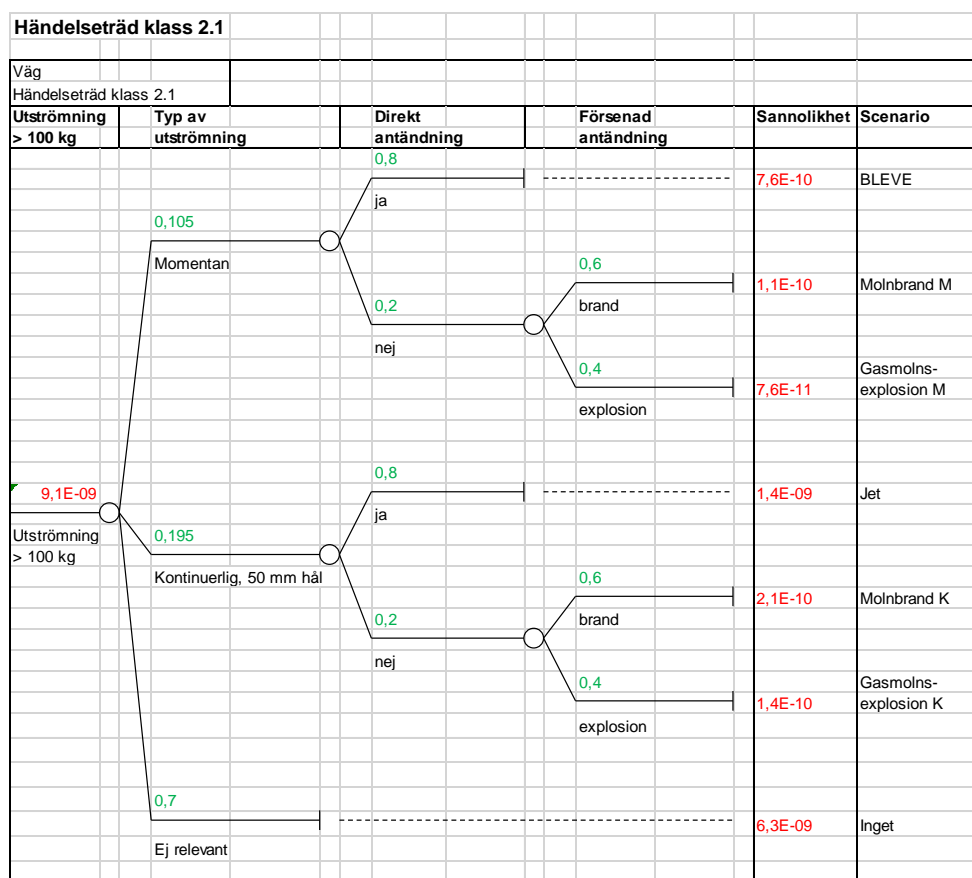
2 Händelseträäd

Händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 har kopierats från RBM II och presenteras i *avsnitt 2.1*. Händelseträden för klasserna 1.1 och 5.1 är till viss del baserade på uppgifter från RBM II och beskrivs mer i detalj under deras underkategori. I beräkningsmodellen finns händelseträäd för dag och nattscenarion och det som skiljer dem åt är den initiala olycksfrekvensen som kan ses i *figur 1*.

2.1 Händelseträäd från RBM II

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

2.1.1 Klass 2.1



Figur 3. Händelseträäd olycka brandfarlig gas.

2.1.2 Klass 2.3

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

Figur 4. Händelseträäd för olycka giftiga gaser.

2.1.3 Klass 3

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

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

2.2 Klass 1

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

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

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

Sannolikhet för explosion på grund av den mekaniska påverkan vid olyckan

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

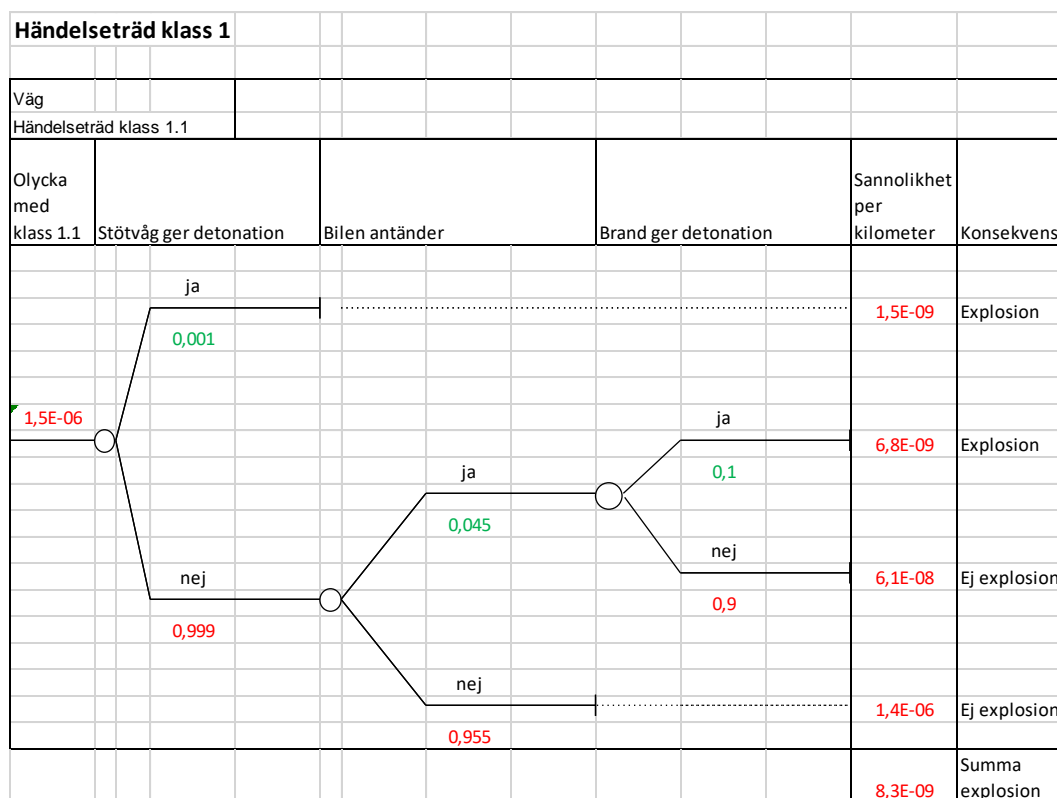
Tidigare studier har visat att den kritiska hastigheten för att en projektil skall leda till en explosion för ett emulsionssprängämne är några tiotals gånger större än för dynamit. En studie med fallvikter på nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

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

Sannolikhet för detonation på grund av brand

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

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



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

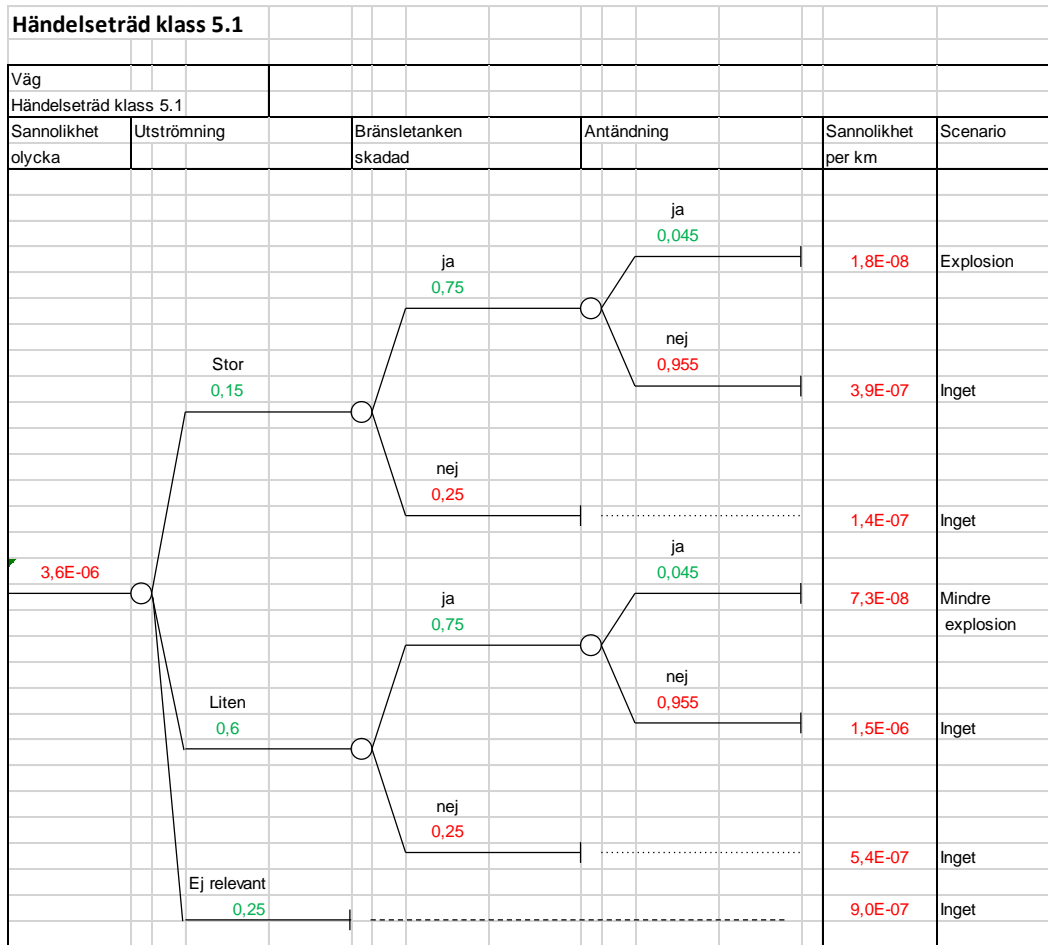
2.3 Klass 5.1

Detta scenario baseras på att transporterna sker som ammoniumnitrat som vid blandning med dieselolja kan leda till en explosion som motsvarar 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 händelsetrådet i *figur 7* nedan. Händelsetrådet är baserat på statistik för tunnväggiga tankbilar.



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

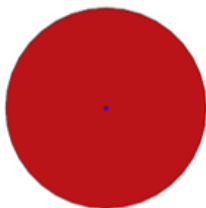
3 Konsekvenser av scenario

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

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

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

Klass 1 och klass 5



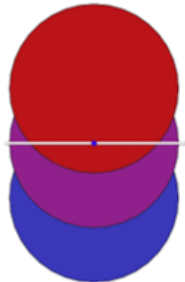
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

Jet



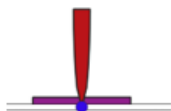
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längd)	37 meter	40 meter
Minor axis (halva bredd)	20 meter	34 meter
Avstånd centrum	29,5 meter	29,5 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

Molnbrand momentan



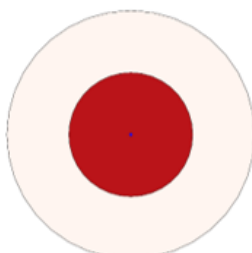
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

Molnbrand kontinuerlig



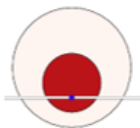
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

Gasexplosion momentan



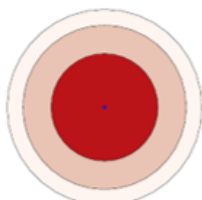
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



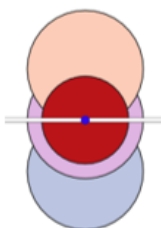
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



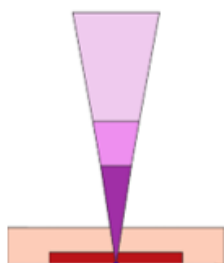
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan



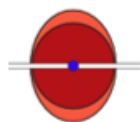
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

Giftiga gaser kontinuerligt



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

Pölbrand



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

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

3.1 Klass 1

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

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

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

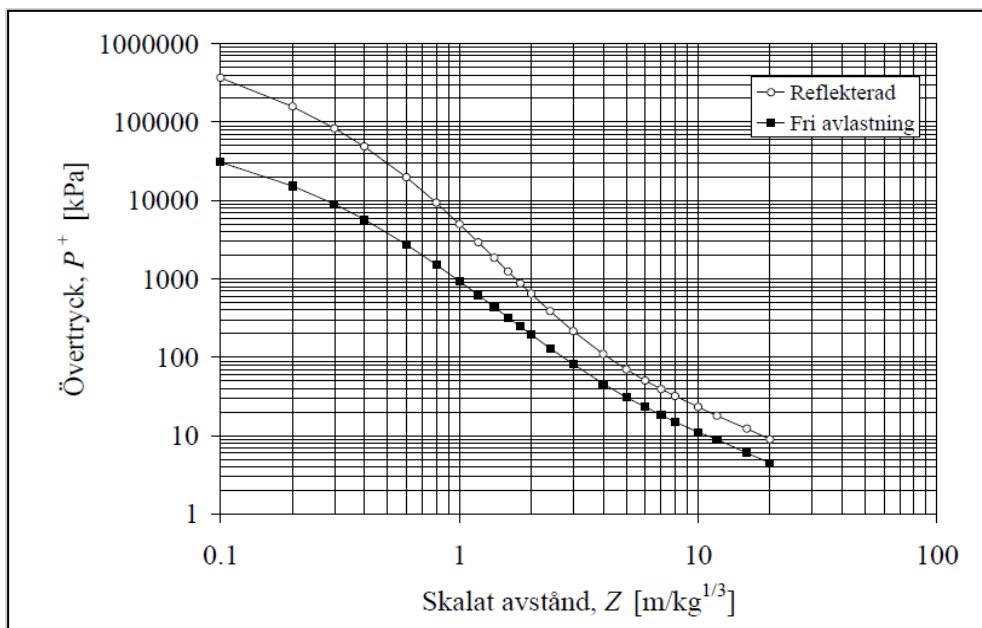
Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

R = avstånd från explosionscentrum (m)

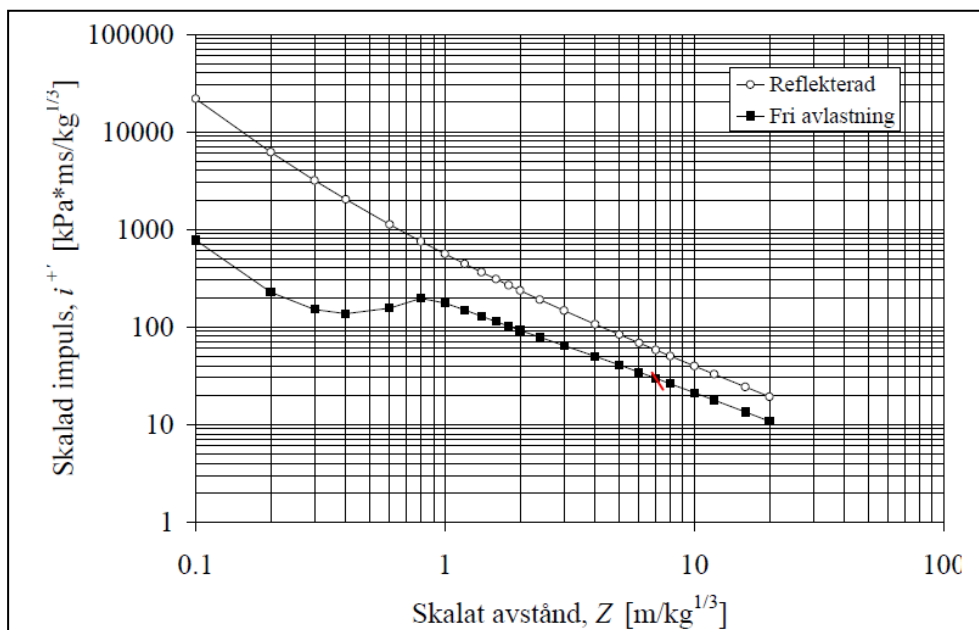
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

Figur 9 ger övertrycket p_+



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

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



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

Resultaten visas i *tabell 1*.

Tabell 1. Reflekerat och oreflekerat tryck och impultstäthet 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

3.1.1 Skador på bebyggelsen

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

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

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

3.1.2 Skador utomhus

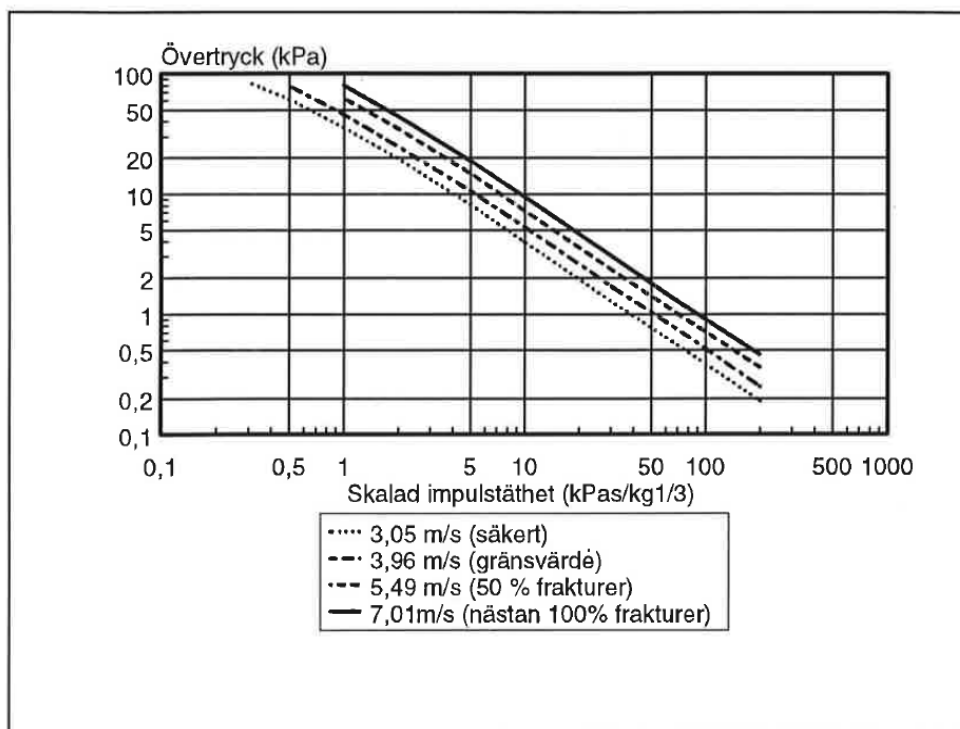
Direkta skador pga. tryck

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

Indirekta skador

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

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



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

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

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

3.2 Klass 5.1

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

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

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

3.3 Individrisk

Individriska beräknas med hjälp av följande ekvation:

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

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

Eftersom bredden $b(x)$ baseras på distans från transportvägen så beräknas individriska med 2,5 meters mellanrum.

Referenser

- EAI 1997 High explosive assessment model, 5th industrial version in SI units, Engineering Analysis Inc. 1997
- ERM 2008 SAFEX-paper Guangzhou-Shenzhen-Hong Kong Express Rail Link: An overview of the explosives aspects cartridged emulsion explosives and accessories through a densely populated area. ERM-Hong Kong Ltd, 2008
- FEMA 2008 Highway Vehicle Fires, Topic Fire Report Series Volume 9, Issue 1, FEMA September 2008
- FOA 1997 Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, Försvarets Forskningsanstalt, september 1997
- FOA 2000 Explosivämneskunskap, Institutionen för energetiska material, Försvarets Forskningsanstalt 2000
- Kallin 2019 Risk assessment of transport of dangerous goods with GIS, Chalmers tekniska högskola, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12380/300121> (Hämtad 2019-08-20)
- NFPA 2010 National Fire Protection Association, US Vehicle Fire Trends and Patterns, June 2010
- SMHI 2006 Vindstatistik för Sverige 1961–2004, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Nr 121 2006
- SRV 1996 Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Statens Räddningsverk, Risk- och miljöavdelningen 1996
- SRV 2005 Dynamisk lastpåverkan – Referensbok, Statens Räddningsverk, Karlstad, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2005
- SRV 2007 Bebyggelsens motståndsförmåga mot extrem dynamisk belastning, delrapport 1 Last av luftstövåg, Statens Räddningsverk, Avdelningen för stöd till räddningsinsatser, 2007
- USCB 2012 United States Census Bureau, Statistical Abstract of the United States: 2012
- Vägverket 2008 Effektsamband för vägtransportsystemet. Nybyggnad och förbättring, Effektkatalog Kap 6 Trafiksäkerhet, Vägverket publikation 2008:11