Artis Förvaltning AB

Riskutredning Brodderud 3:11 mfl.

Uppdragsnr.: 109 32 75 Revision: 1.4 Datum: 2026-03-31



Norconsult

Uppdragsgivare:	Artis Förvaltning AB
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Brodderud 3:11 mfl.
Konsult:	Norconsult Sverige AB
Uppdragsledare:	Johan Hultman
Handläggare:	Evelina Skantz

Revision	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
0.8	2025-03-05	Interngranskning	Evelina Skantz		
0.9	2025-03-06	Externgranskning	Evelina Skantz	Johan Hultman	
1.0	2025-03-14	Färdig handling	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
1.1	2025-03-24	Revidering efter kommunens synpunkter	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
1.2	2026-02-10	Revidering ny plankarta och samråd	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
1.3	2026-03-03	Bedömning av persontäthet för Industri/logistik	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman
1.4	2026-03-31	Mindre justeringar	Evelina Skantz	Johan Hultman	Johan Hultman

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

Artis Förvaltning AB arbetar med detaljplan för fastigheten Brodderud 3:11 som ligger intill trafikplats Brodderud vid E20. Detaljplanen ska möjliggöra för utveckling av Mariestads norra infart från väg E20 genom etablering av ny kommersiell service med dagligvaruhandel alternativt industri/lagerverksamhet och en drivmedelsstation. Området avgränsas av tre transportleder: E20, väg 202 och Stockholmsvägen.

Planområdet ligger inom 150 meter från E20 som är utpekad som primär transportled för farligt gods och väg 202 som är sekundär transportväg för farligt gods. Dessutom gränsar planområdets sydöstra del till den planerade avfartsrampen från E20 där farligt gods även kommer transporteras vid utbyggd vägplan. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy ska riskfrågan alltid hanteras vid all samhällsplanering inom 150 meter från transportled för farligt gods. Enligt fastställd vägplan innebär att Stockholmsvägen stängs för på- och avfart till E20. I och med denna stängning så förväntas Stockholmsvägens status som transportled för farligt gods upphöra.

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

Avståndet mellan fastighetsgräns där drivmedelsstation planeras och befintliga bostäder är cirka 150 meter. Detta ger ett tillräckligt skyddsavstånd med hänsyn taget till risk, buller, lukt och luftföroreningar enligt aktuella riktlinjer. För att inte underskatta riskerna inom planområdet vid anläggandet av drivmedelsstationen så bör ett minsta avstånd på 25 meter från markanvändning drivmedelsstation till handelsbyggnaden upprätthållas. Vid projektering av anläggningen kommer skyddsavstånd enligt framtagna branschstandarder att säkerställas.

Beräkningen av individrisk visar att den är acceptabel på cirka 80 meters avstånd från vägkant E20, cirka 20 meter från vägkant på väg 202 samt cirka 25 meters avstånd från vägkant på avfartsrampen. Områden inom dessa avstånd bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus. Parkering är acceptabelt eftersom personer sällan befinner dig vid sitt parkerade fordon mer än ett fåtal minuter.

Samhällsrisken för planområdet på grund av transporter av farligt gods ligger högt inom ALARP-området vilket innebär att tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. Utifrån de dimensionerande olyckorna, platsspecifika förutsättningar och personer närvarande föreslås följande åtgärder:

- Byggnader inom 100 meter ska dimensioneras för att förhindra fortskridande ras. För byggnader inom 30 meters avstånd från vägkant på E20 ska den klara en påfrestning på 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 273 Pas i reflekterad impulstäthet. För byggnader inom 35 meters avstånd från vägkant på E20 ska den klara en påfrestning på 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 208 Pas i reflekterad impulstäthet. Dimensioneringsförutsättningar för bebyggelse på längre avstånd än detta kan utläsas i Figur 4 i bilaga 2.
- Fasader inklusive fönster på byggnader inom 100 meter från E20 enligt Figur 23 ska vara svårantändliga och utformas i minst brandklass EI30. Att fönster klassas med EI30 innebär att de inte kan öppnas utan särskilda specialverktyg.
- På byggnader inom hela planområdet ska utrymning vara möjlig bort från E20 och väg 202.
- På byggnader inom hela planområdet ska friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från E20 och väg 202.

- För byggnader inom 100 meter från E20 ska ett system för gasdetektion av brandfarlig gas eller annan övervakning mot E20 införas.
- För byggnader inom 100 meter från E20 ska ett system för manuell avstängning av ventilation finnas lättillgänglig i byggnaderna.
- På byggnader inom 100 meter från vägkant på E20 ska fönster som vetter mot E20 utföras så att människor inte skadas av glassplitter vid en explosion

Om dessa skyddsåtgärder genomförs bedöms riskerna på grund av transporter av farligt gods på E20, väg 202 och avfartsrampen vara tolerabla enligt använda kriterier.

Innehåll

1 Inledning 6

2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen 10

3 Risker med transport av farligt gods 15

4 Områdesbeskrivning 17

5 Riskidentifiering 21

6 Riskanalys och riskvärdering 30

7 Skyddsåtgärder 42

8 Diskussion och slutsats 47

9 Referenser 48

Bilaga 1 Beräkning av risker transport av farligt gods på väg

Bilaga 2 Fasadutformning mot explosionslast

1 Inledning

Artis Förvaltning AB arbetar med detaljplan för fastigheten Brodderud 3:11 som ligger intill trafikplats Brodderud vid E20. Detaljplanen ska möjliggöra för utveckling av Mariestads norra infart från väg E20 genom etablering av ny kommersiell service med dagligvaruhandel alternativt industri/lagerverksamhet, restaurang och en drivmedelsstation. Området avgränsas av tre transportleder: E20, väg 202 och Stockholmsvägen. Se Figur 1 för planområdets läge.



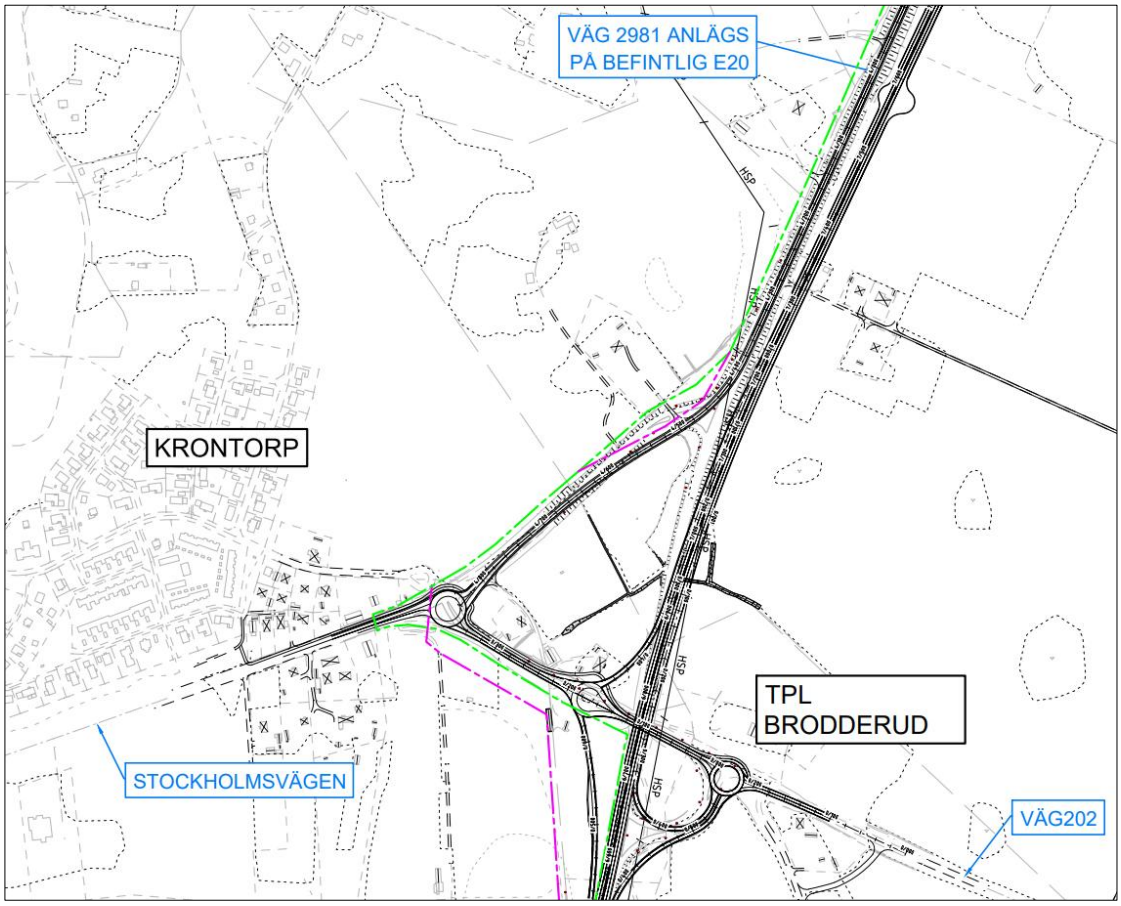
Figur 1. Planområdets läge i Mariestad. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

Planområdet är cirka 3,4 ha stort och ligger 3 kilometer öster om Mariestad centrum. I dagsläget består området främst av åker- och skogsmark. Det finns två på/avfarter till E20 i anslutning till planområdet, se Figur 2.



Figur 2. Planområdet och befintlig utformning av angränsande vägar. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

Vägplanen för E20 förbi Mariestad innebär att stänga den norra på/avfarten och i stället etablera en ny på/avfart i planområdets sydöstra del (Trafikverket, 2021:1), se Figur 3. Riskutredningen förutsätter att vägplanen genomförs, den är under genomförande och förväntas vara färdigställd hösten 2028



Figur 3. Framtida utformning av på/avfarter till Mariestad från E20 vid trafikplats Brodderud (Trafikverket, 2021:1).

Planområdet ligger inom 150 meter från E20 som är utpekad som primär transportled för farligt gods och väg 202 som är sekundär transportväg för farligt gods. Dessutom gränsar planområdets sydöstra del till den planerade avfartsrampen från E20 där farligt gods även kommer transporteras vid utbyggd vägplan. Enligt Länsstyrelsens riskpolicy ska riskfrågan alltid hanteras vid all samhällsplanering inom 150 meter från transportled för farligt gods. I och med vägplanens stängning av på- och avfart till E20 längs med Stockholmsvägen så förväntas Stockholmsvägens status som transportled för farligt gods upphöra.

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 transportlederna förbi den nya bebyggelsen. Resultatet kommer redovisas utifrån prognosår 2045.

2 Metod - Riskbedömning i den fysiska planeringen

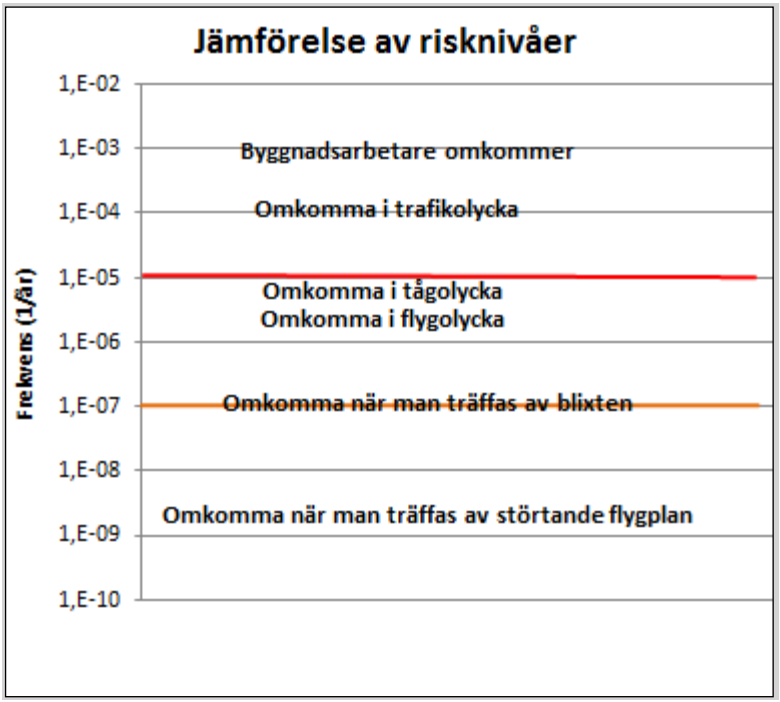
I detta kapitel definieras begreppet risk. Utöver detta beskrivs bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods. I kapitlet beskrivs även processen för riskhantering.

2.1 Vad är risker?

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

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

Risker finns överallt omkring oss. Några risker och deras sannolikheter anges i Figur 4.



Figur 4. Exempel på vilka risknivåer som finns i samhället. Det röda och orangea strecket är kriterier för bedömning av risknivåer och förklaras i avsnitt 2.3.

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

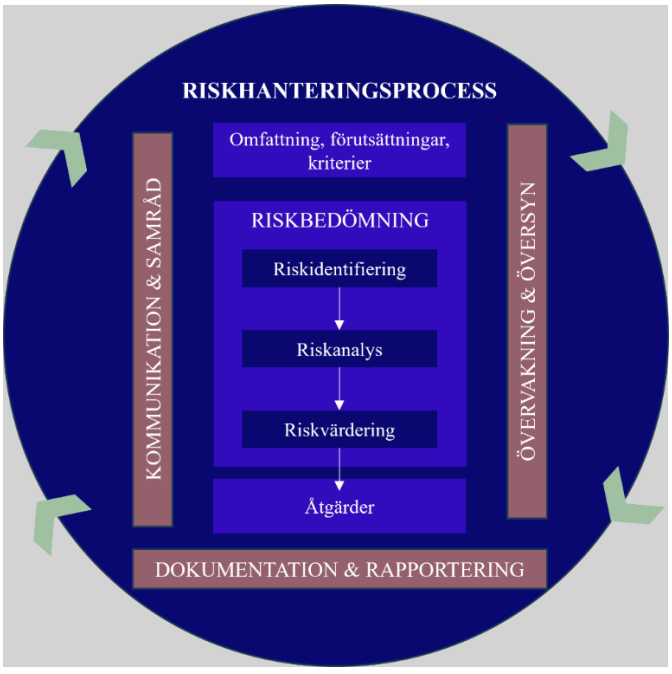
Samhällsrisken är ett mått på hur stora olyckor en riskkälla kan orsaka. Detta beror dels på riskkällans farlighet dels på hur många människor som brukar befinna sig i riskkällans omgivning. Detta mått är användbart om planeringen innebär att många människor kommer att befinna sig inom 150 m från en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

2.2 Riskhantering

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 mera detaljerat i plansamrådet. Riskfrågan bör då vara så pass utredd att den kan utgöra ett beslutsunderlag för att avgöra om risken anses tolerabel eller inte. Slutsatserna från riskbedömningen bör föras in i planhandlingarna. Om riskreducerande åtgärder krävs för att nå en tolerabel risknivå ska dessa om möjligt föras in som planbestämmelser på plankartan. Åtgärder som inte omfattas av detaljplanen bör befästas på annat sätt, till exempel genom avtal.

Riskutredningen för den planerade bebyggelsen görs enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000 (SIS, 2018), se Figur 5. Riskhanteringsprocessen delas in i olika steg; riskidentifiering, riskanalys, riskvärdering och riskreducerande åtgärder.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000 (SIS, 2018).

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

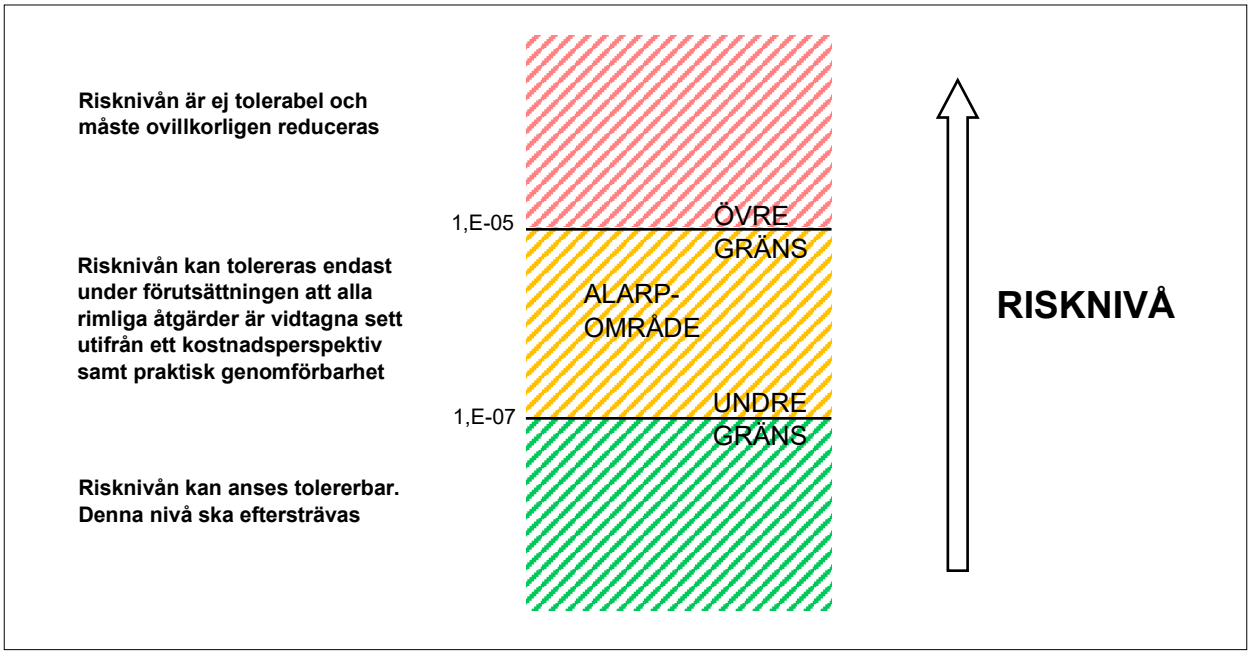
Riskanalysen utgår ifrån nuläget och år 2045 som ett prognosår. För att värdera risker kopplat till transporter av farligt gods på väg och dess påverkan på människa finns kan både individrisk och samhällsrisk användas som riskmått. Definitionen av dessa riskmått presenteras i avsnitt 2.3.

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

2.3 Bedömningsgrunder för risker vid transport av farligt gods

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 6. Om den övre gränsen överskrids bedöms att risknivån är så hög att den inte kan tolereras.



Figur 6. Risknivåer och gränserna mellan dem (Rtj Storgöteborg, 2004).

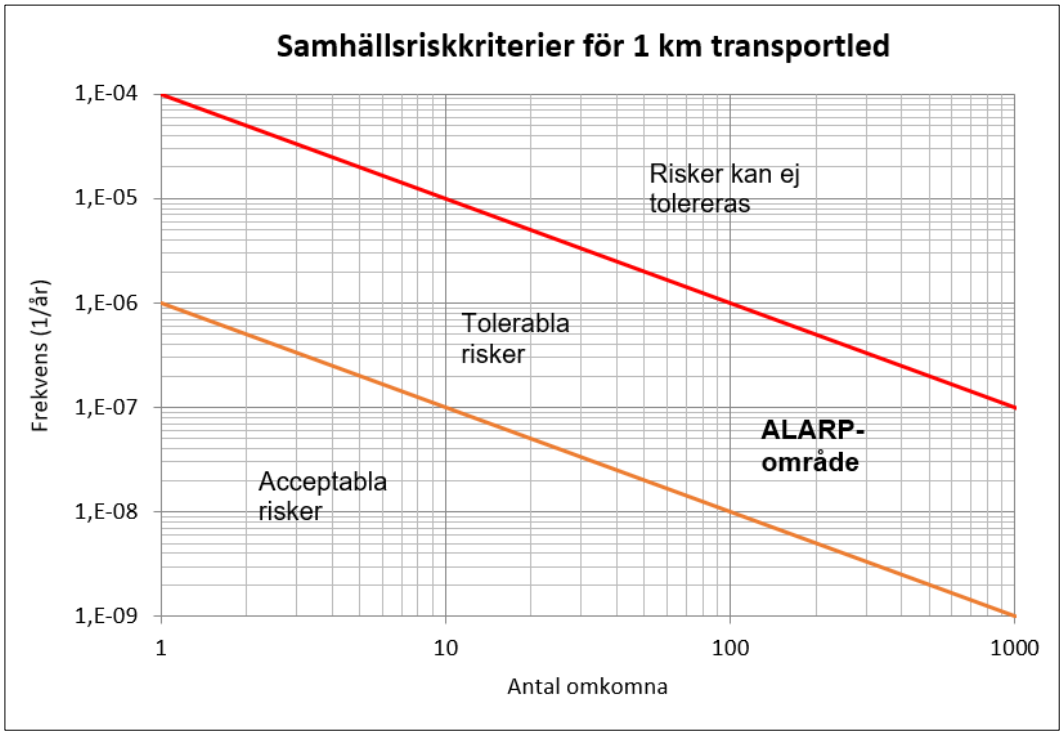
För individrisken ligger den övre gränsen på $1x10^{-5}$ per år och den undre på $1x10^{-7}$ per år. Den undre gränsen ligger under risken att omkomma till följd av naturolyckor, vilket innebär att en sådan risknivå inte ger en signifikant påverkan på individens totala risknivå. Om risknivån ligger under denna gräns så anses den vara acceptabel och inga ytterligare åtgärder krävs.

Den övre gränsen motsvarar högst en tiondel av den totala dödsfallsrisken för olika grupper i samhället. Om risknivån ligger över denna gräns så ska åtgärder vidtas och effekten av dessa åtgärder ska verifieras (Länsstyrelsen, 2006).

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

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 7.

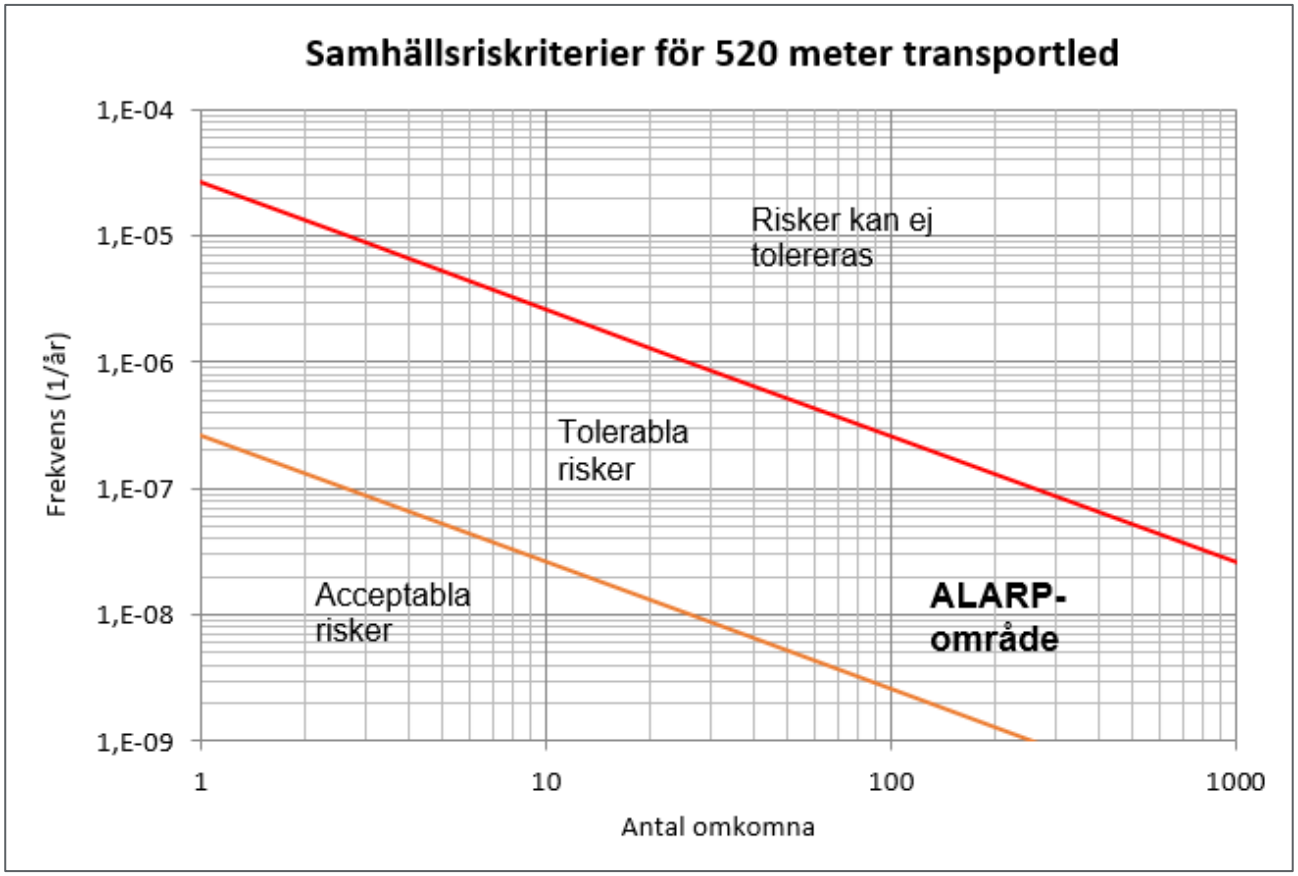


Figur 7. Riskkriterier för dubbelsidig bebyggelse längs 1 km transportled för farligt gods.

Kriterier i Figur 7 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 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 transportleden E20, avfartsrampen och väg 202 och att området ligger på en och samma sida av dessa leder. Omräknade kriterier visas i Figur 8. Planområdets genomsnittliga längd utmed E20, avfartsrampen och väg 202 är cirka 520 meter.



Figur 8. Riskkriterier omräknade till 520 meter enkelsidig bebyggelse.

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

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

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

3 Risker med transport av farligt gods

3.1 Typer av farligt gods

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

Tabell 1. Indelning av farligt gods.

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

3.2 Konsekvenser av en olycka med farligt gods

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

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

Klass 1. Explosiva ämnen

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

Klass 2: 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 iväg och antändas över bebyggelsen. Detta resulterar då i en flash brand (Flash Fire) eller gasmolnsexplosion (Vapor Cloud Explosion). I ytterst sällsynta komplicerade olyckor kan gastanken explodera och bilda ett eldklot, så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). Risken att omkomma av en jetflamma är vanligtvis liten på avstånd som överstiger 90 meter. Ett gasmoln som driver iväg med vinden kan hamna nära bebyggelsen och orsaka betydande skador vid antändning. En BLEVE kan ge upphov till omkomna på ett avstånd av 150 meter.

Klass 3: Brandfarliga vätskor

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

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

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

Klass 5: Oxiderande ämnen

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

Klass 6: Giftiga ämnen.

Giftiga ämnen ger mestadels enbart effekter vid direktkontakt.

Klass 7: Radioaktiva ämnen

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

Klass 8: Frätande ämnen såsom saltsyra, svavelsyra.

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

Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

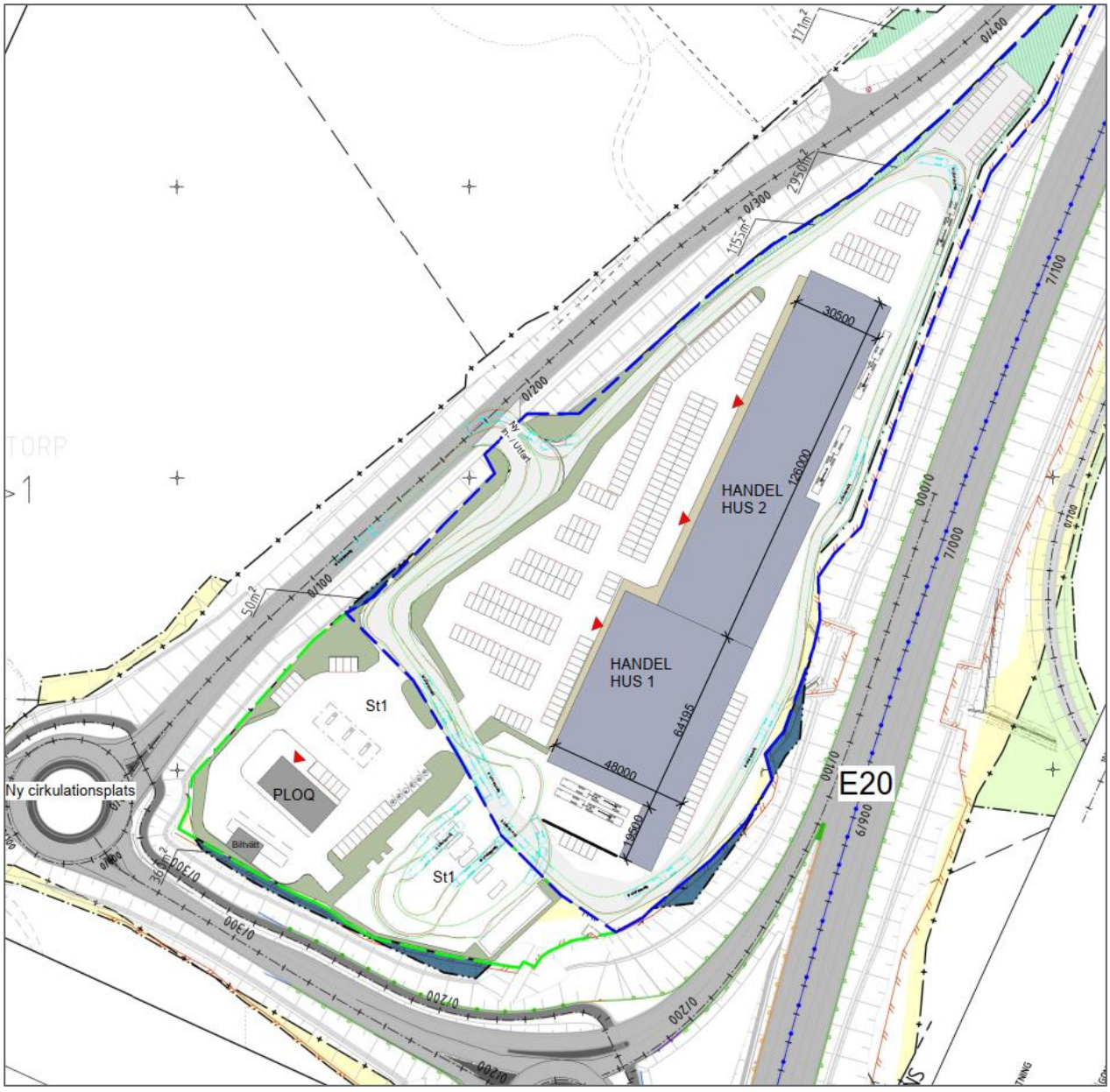
Denna klass omfattar bland annat miljöfarligt avfall dock inga ämnen som är brandfarliga eller explosiva.

4 Områdesbeskrivning

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

4.1 Planområdet

Den planerade markanvändningen innefattar dagligvaruhandel alternativt industri/lagerverksamhet, restaurang och en drivmedelsstation, se Figur 9.



Figur 9. Bebyggelseförslag i planområdet.

I planområdets södra del planeras det för en drivmedelsstation och en restaurang i form av trafikantservice om cirka 500 m^2. I den nordöstra delen planeras det för cirka 7 500 m^2 BTA dagligvaruhandel alternativt 13 500 m^2 industri/lagerverksamhet.

Planområdet angränsar till E20, avfartsrampen från E20 och väg 202. Handelsbyggnaden blir som närmst cirka 30 meter från vägkanten på E20. Trafikantservice planeras att ligga cirka 35 meter från vägkanten till väg 202. Byggnaden med trafikantservice är belägen mer än 150 meter från E20.

Längs med E20 och väg 202 är ett dike mellan planområdet och vägkanten. Diket och områdets höjd i förhållande till E20 innebär att brandfarliga vätskor inte kan rinna mot bebyggelsen i planområdet. Avfartsrampen är belägen på en högre höjd än planområdet och hänsyn till detta tas i riskutredningen genom att flytta olycksmitt till släntfoten istället för vägkant.

4.2 Antal personer närvarande

Bebyggelsen är planerad inom olika delar av planområdet, vilket innebär att persontätheten ser olika ut baserat på var bebyggelsen är planerad. Persontätheten vid de olika verksamheterna baseras på underlag från tidigare liknande utredningar och statistik av besöksmönster.

4.2.1 Dagligvaruhandel inklusive livsmedel

Utgångspunkten för beräkning av persontäthet vid dagligvaruhandeln baseras på underlag från etablering av en ICA Maxi på 10 000 m^2 BTA strax norr om Ulricehamn med 12 timmars öppettid (Norconsult AB, 2013). För denna etablering uppskattades antal besökare vara cirka 21 000 per vecka vilket motsvarar cirka 3 000 besökare per dag i genomsnitt. Motsvarande etablering i aktuellt planområde är cirka 7 500 m^2 men öppettiderna bedöms kunna vara längre vilket kan generera fler besökare. Uppskattningen av antalet besökare enligt tidigare detaljplan bedöms därför vara representativ även för aktuell detaljplan.

Med cirka 3 000 kunder per dag och en genomsnittlig uppehållstid på 1 timme under 14 timmars öppettid innebär att cirka 215 kunder i genomsnitt befinner sig i området kring dagligvaruhandeln. Antalet personal som befinner sig i området uppskattas till cirka 50 st i genomsnitt. Fördelat på dagtid (06-18) och nattetid (18-06) innebär det cirka 265 personer på dagtid och cirka 44 personer på nattetid i genomsnitt.

Erfarenhetsmässigt bedöms kunderna bedöms vara utomhus cirka 17 % av besökstiden. Personalen bedöms vara utomhus cirka 6 % av arbetstiden.

4.2.2 Industri/lagerverksamhet

Ett alternativ till dagligvaruhandel inklusive livsmedel är att det etableras verksamheter med betäckning Z på platsen. Inom verksamheter ingår ytkrävande verksamheter som har begränsad omgivningspåverkan. Det troliga i detta fall är någon form av industri/lagerverksamhet. Om verksamheter tillåts så innebär det en större BTA på samma yta som dagligvaruhandeln. BTA för verksamheterna uppgår till 13 500 m^2.

Beräkningarna av persontäthet för denna typ av verksamhet utgår från att antal sysselsatta är 20 personer/1 000 m^2 (Göteborgs stad, 2011). Detta resulterar i att antalet anställda bedöms vara cirka 270 personer. Eftersom de anställda inte är på plats alla dygnets timmar, varje dag eller alla årets veckor så behöver ytterligare beräkningar göras för att få fram en genomsnittlig siffra utslaget över hela året.

Baserat på erfarenheter från tidigare uppdrag är det vanligt att dessa typer av verksamheter arbetar tvåskift 05:30-00:00 måndag till torsdag samt 05:30-17:00 på fredag. För riskberäkningarna behöver antalet personer i området dagtid (kl 06-18) och nattetid (kl 16-06) beräknas som medelvärde över hela året. Med antagandet att varje anställd är i området 45 timmar per vecka (heltidsarbete inklusive raster) under 48

veckor per år fås antalet personer som i snitt befinner sig i område på dagtid till cirka 100 och nattetid till cirka 44.

En jämförelse med den alternativa markanvändningen visar att för dagligvaruhandel inklusive livsmedel innebär att fler personer bedöms vara på plats dagtid (265 kontra 100) och på nattetid (44 i båda fallen). Industri/lagerverksamhet utreds således inte vidare då markanvändning dagligvaruhandel inklusive livsmedel blir dimensionerande för risknivåerna.

4.2.3 Drivmedelsstation och restaurang

En restaurang och drivmedelsstation av denna typ bedöms erfarenhetsmässigt ha cirka 1 000 besökare per dag och cirka 10 personer i personalen. Av besökarna antas 70% besöka restaurangen på dagtid (06-18) och 30 % på nattetid (18-06). Vistelsetiden bedöms i genomsnitt vara cirka 15 minuter då en liten andel av gästerna äter maten på plats och en större del av gästerna plockar upp mat för att sedan köra vidare. Av personalen bedöms 7 st vara på plats på dagtid och 3 st på plats nattetid.

Kunder och personal förväntas befinna sig utomhus cirka 20 % av den totala besökstiden för drivmedelsstationen och restaurang.

Drivmedelsstationen för lastbilar bedöms ha mycket låg persontäthet så därför antas i snitt befinna sig 1 person utomhus på dagtid och nattetid.

4.2.4 Sammanfattning persontäthet

Tabell 2 presenterar persontätheten för planerad bebyggelse under dagtid (klockan 06:00-18:00) och nattetid (klockan 18:00-06:00). För att ta hänsyn till osäkerheter har en osäkerhetanalys med 25 % fler personer närvarande i området genomförts.

Tabell 2. Persontäthet för olika delar av bebyggelsen.

Typ av bebyggelse	BTA [m^2] inomhus	Personer dagtid inomhus	Personer dagtid utomhus	Personer nattetid inomhus	Personer nattetid utomhus
Dagligvaruhandel	7500	226	39	36	8
Restaurang, drivmedelsstation personbilar	500	18	4	9	2
Drivmedelsstation lastbil	-	-	1	-	1
Totalt Planområdet	-	**245**	**44**	**46**	**11**

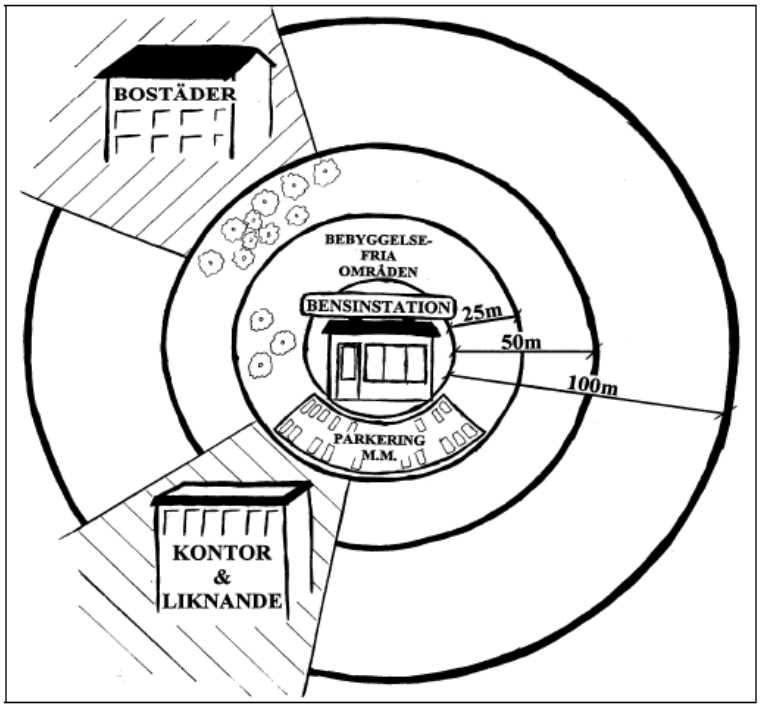
5 Riskidentifiering

I och med vägplanen upphör Stockholmsvägen att vara en rekommenderad sekundärväg för farligt gods. Riskkällorna begränsas därmed till:

- Drivmedelsstation inom planområdet
- E20 längs planområdets östra sida
- Väg 202 längs planområdets södra sida
- Avfartsramp mellan E20 och väg 202

5.1 Drivmedelsstation

Det finns flera riktlinjer och regelverk gällande hantering av riskfrågan kring bensinstationer. Flera av dem riktar dock in sig på exploatering kring redan befintliga drivmedelsstationer. Exempelvis så har Länsstyrelsen i Stockholms län behandlat riskfrågan kring bensinstationer i rapporten: ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer” (Lst AB-län 2000). Där fastslås att risksituationen och olägenheterna för människor och miljö alltid skall analyseras och bedömas inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym. Ett minimumavstånd på 50 m bör hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (t.ex. uteservering, lekplats m.m.). Till kontor och liknande verksamheter skall ett minsta avstånd på 25 meter upprätthållas, se Figur 4.



Figur 10. Rekommenderade skyddsavstånd till bensinstationer (Lst AB-län, 2000).

Boverkets handbok ”Bättre plats för arbete” anger att ett riktvärde för skyddsavstånd på 100 m till bostäder ska beaktas från bensinstationer. Avståndet motiveras dels av riskhänsyn och dels av störningar som buller, lukt, ljussken och luftföroreningar (Boverket, 1995).

De regelverk som gäller vid risk för explosion och brand på bensinstationer har samlats handboken ”Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer” från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, 2015).

Enligt 7 § lagen om brandfarliga och explosiva varor krävs en riskutredning för tillståndspliktiga bensinstationer. Det finns även krav på att dokumentera riskerna för explosiv atmosfär och explostionsskydd.

När en bensinstation planeras är det viktigt att riskkällor, t.ex. mätarskåp, cisternanslutningar, lossningsplats för tankfordon etc. placeras på betryggande avstånd från byggnader och andra verksamheter.

En sammanställning över riktvärden på avstånd mellan olika delar av bensinstationen och verksamheter i närheten enligt handboken ges i Figur 11. Tabellen gäller drivmedel med flampunkt 30 °C eller lägre, som exempelvis bensin och E85.

OBJEKT / RISKKÄLLA	PÅFYLLNINGS-ANSLUTNING TILL CISTERN	MÄTAR-SKÅP	PEJL-FÖRSKRUVNING	CISTERN-AVLUFTNINGENS MYNNING
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatu-kök, butik, servering, busshållplats), verk-samheter och objekt med stor brand-belastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verk-samhet eller öppen eld förekommer	25 [1,2]	18 [1]	6	12
Stationsbyggnad (se 1.6.1)	12	6 [3]	3	6
Minst en utrymnings-väg från stations-byggnad	18	9	6	12
Byggnad där männ-iskor vanligen inte vistas (t.ex. fristående förråd, garage) el-ler objekt med låg brandbelastning	9	3	3	3
Förrådsbyggnad med stor brandbelastning[4]	12	3	3	6
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska[5]	3	3	–	–
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12
Båtplatser[6]	25	25	–	18

Figur 11. Godtagbara avstånd mellan olika delar av en bensinstation (riskkälla) och andra objekt (MSB, 2015).

De godtagbara avstånden förutsätter plana ytor vid bensinstationen. Avstånden kan förlängas eller förkortas vid särskilda omständigheter, så som kraftiga höjdskillnader.

Drivmedelsstationen bedöms generera en viss mängd farligt gods i klass 3 Brandfarliga vätskor. Dessa bedöms till cirka 1 transport i veckan vilket innebär cirka 50 transporter om året. Transporterna ingår i transporterade mängder för E20, avfartsrampen och väg 202 i efterföljande avsnitt.

5.2 E20

I riskutredningen som gjordes i samband med vägplanen för E20 förbi Mariestad bedömdes individrisken vara acceptabel på ett avstånd längre än 75 meter från vägkant till E20 prognosåret 2045 (Trafikverket, 2021:2). Det innebär att personer som befinner sig inomhus och utomhus, inom 50 meter från vägen, är skyddsobjekt för vilka åtgärder ska värderas. Risken är generellt beräknad längs med E20 vid Mariestad och tar inte hänsyn till topografiska förhållanden.

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras förbi planområdet på E20 redovisas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, 2006). Uppgifterna är baserade på en undersökning som genomfördes under september månad 2006 och resultaten finns i en GIS-databas hos MSB. Uppgifterna för 2006 anger cirka 37 000 transporter per år. Omräknat till år 2045 med den ökning av godstransporter på E20 som anges av Trafikverket (Trafikverket, 2024) blir detta cirka 74 000 transporter per år. Uppgifterna skall inte användas utan vidare som underlag för prognoser då endast en månad ingår i underlaget. Uppgifterna jämförs därför med nationell statistik som anger att i genomsnitt cirka 4 % av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFA, 2019).

Uppskattade trafikmängder för prognosår 2045 ges ur granskningshandlingen av plan- och miljöbeskrivning för E20 förbi Mariestad (Trafikverket, 2023:1). Årsdygnstrafiken (ÅDT) för aktuell sträcka av E20 uppskattas till 4100 tunga fordon 2045. Trafiksiffrorna inkluderar etablering av ett nytt industriområde i Korstorp strax sydöst om trafikplats Brodderud. Multiplicerat med 365 dagar och att 4 % av tung trafik innehåller farligt gods blir cirka 59 000 transporter av farligt gods årligen 2045.

Uppskattningen av antalet transporter av farligt gods år 2045 skiljer sig mellan MSB:s och Trafikverket. 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.

Tabell 3. Antal förväntade transporter med farligt gods på E20 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
1 Explosiva ämnen	**220**	**160**	**160**
2.1 Brandfarliga gaser	**4 400**	**2 800**	**2 800**
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	3 900	9 000	9 000
2.3 Giftiga gaser	**2**	**19**	**19**
3 Brandfarliga vätskor	**30 000**	**29 000**	**29 000**
4 Brandfarliga fasta ämnen	180	1 600	1 600
5 Oxiderande ämnen	**88**	**1 400**	**1 400**
6 Giftiga ämnen mm	280	4 100	4 100
7 Radioaktiva ämnen	-	-	-
8 Frätande ämnen	19 000	8 000	19 000
9 Övriga farliga ämnen	16 000	2 900	16 000
Totalt	**74 000**	**58 680**	**83 379**

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. Eftersom den totala mängden godstrafik baseras på en prognos för ombyggnationen av E20 så används nationellt genomsnitt för klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5. I osäkerhetsanalysen studeras vad det innebär om beräknat antal transporter är 25 % fler år 2045.

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

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

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

Tabell 4. Farligt gods på E20 år 2045 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	16
2.1 Brandfarliga gaser	2 800
2.3 Giftiga gaser	19
3. Mycket brandfarliga vätskor	21 750
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	467

Sannolikheten för olyckor på E20 tas ur Trafikverkets handbok ”Effektsamband för transportsystemet” (Trafikverket, 2023:2). Risken för olyckor på en motorväg med en högsta tillåten hastighet på 100 km/h anges till 0,075 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller $7{,}5 \times 10^{-8}$ per fordonskilometer och år.

Sidoområdet längs med E20 vid planområdet är delvis utformad som en vall, med motsvarande skyddseffekt av en låg skärm. 2/3 av planområdet längs med E20 bedöms skyddas av denna höjdskillnad. Skyddseffekten av denna höjdskillnad är att gasmolnens utbredning längs vägen multipliceras med 1,66 och utbredningen in i området multipliceras med 0,67.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 50 % (SRV, 1996) vilket innebär att det vid hälften 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 $7{,}5 \times 10^{-8} \times (1+0{,}5) \times 1{,}1 = 1{,}24 \times 10^{-7}$. I beräkningen ingår att antal standardaxlar är 1,1.

5.3 Väg 202

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras förbi planområdet på väg 202 redovisas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, 2006). MSB:s uppgifter för 2006 anger cirka 19 000 transporter per år. Omräknat till år 2045 med den ökning av godstransporter på väg 202 som anges av Trafikverket (Trafikverket, 2024) blir detta cirka 39 000 transporter per år. Uppgifterna skall inte användas utan vidare som underlag för prognoser då endast en månad ingår i underlaget. Uppgifterna jämförs därför med nationell statistik som anger att i genomsnitt cirka 4% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFA, 2019).

ÅDT för aktuell sträcka av väg 202 år 2045 beräknas till 728 transporter (Trafikverket, 2023:1). Trafikmängderna för 2045 förutsätter utbyggnad av industriområdet i Korstorp, strax söder om trafikplats Brodderud. Multiplicerat med 365 dagar och att 4 % av tung trafik innehåller farligt gods så ger det ett totalt antal transporter av farligt gods på cirka 10 000. 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 5Tabell 3 där även fördelningen på olika klasser presenteras och de uppgifter som används i riskberäkningarna.

Tabell 5. Antal förväntade transporter med farligt gods på väg 202 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
1 Explosiva ämnen	**200**	**28**	**100**
2.1 Brandfarliga gaser	**550**	**490**	**550**
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	3 600	1 600	3 600
2.3 Giftiga gaser	**0**	**3**	**3**
3 Brandfarliga vätskor	**11 000**	**5 100**	**11 000**
4 Brandfarliga fasta ämnen	110	280	280
5 Oxiderande ämnen	**86**	**260**	**260**
6 Giftiga ämnen mm	130	720	500
7 Radioaktiva ämnen	-	-	-
8 Frätande ämnen	12 000	1 400	12 000
9 Övriga farliga ämnen	11 000	510	11 000
Totalt	**39 000**	**10 000**	**39 300**

Av klasserna i Tabell 5 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 använts i riskberäkningarna. I bedömningen var utgångspunkten att använda det högsta värdet av respektive statistiska underlag. För klass 1 används ett mellanting MSB:s uppgifter och Nationellt genomsnitt då det är oklart vilken verksamhet som ska hantera ämnet. 100 transporter per år används för att inte understiga de transporterade mängderna 2006. I osäkerhetsanalysen studeras vad det innebär om beräknat antal transporter år 2045 är 25 % fler.

Klasserna i Tabell 5 omfattar ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare.

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

Detta ger antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området enligt Tabell 6.

Tabell 6. Farligt gods på väg 202 år 2045 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp	Antal transporter
1.1 Massexplosiva ämnen	10
2.1 Brandfarliga gaser	550
2.3 Giftiga gaser	3
3. Mycket brandfarliga vätskor	8 250
5.1 Oxiderande ämnen med explosionsrisk	87

Sannolikheten för olyckor på väg 202 tas ur Trafikverkets handbok ”Effektsamband för transportsystemet” (Trafikverket, 2023:2). Risken för olyckor på en landsväg med två körfält med en hastighetsbegränsning om 70 km/h är 0,14 olyckor per miljon fordonskilometer och år eller $1{,}44\times10^{-7}$ per fordonskilometer och år.

Andelen singelolyckor på den här typen av väg är cirka 30 %, vilket innebär att det vid 70 % av olyckorna är minst två fordon inblandade (SRV, 1996). 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 $1{,}44\times10^{-7}\times(1+0{,}7)\times1{,}1=2{,}7\times10^{-7}$, där 1,1 är antal standardaxlar.

5.4 Avfartsrampen

Uppgifter om mängden farligt gods som transporteras förbi planområdet på rampen redovisas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, 2006). MSB:s uppgifter för 2006 anger cirka 8200 transporter per år. Omräknat till år 2045 med den ökning av godstransporter som anges av Trafikverket (Trafikverket, 2024) blir detta cirka 16 700 transporter per år. Uppgifterna skall inte användas utan vidare som underlag för prognoser då endast en månad ingår i underlaget. Uppgifterna jämförs därför med nationell statistik som anger att i genomsnitt cirka 4% av godstransporter innehåller farligt gods (TRAFA, 2019).

ÅDT för rampen år 2045 beräknas till 512 transporter (Trafikverket, 2023). Multiplicerat med 365 dagar och att 4 % av tung trafik innehåller farligt gods så ger det ett totalt antal transporter av farligt gods på cirka 7300. 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 7* där även fördelningen på olika klasser presenteras och de uppgifter som används i riskberäkningarna.

Tabell 7. Antal förväntade transporter med farligt gods på avfartsrampen 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
1 Explosiva ämnen	**110**	**20**	**100**
2.1 Brandfarliga gaser	**300**	**350**	**350**
2.2 Ej brandfarliga eller giftiga gaser	1 900	1 100	1 900
2.3 Giftiga gaser	**0**	**2**	**2**
3 Brandfarliga vätskor	**5 100**	**3 600**	**5 100**
4 Brandfarliga fasta ämnen	61	190	190
5 Oxiderande ämnen	**47**	**180**	**100**
6 Giftiga ämnen mm	69	510	510
7 Radioaktiva ämnen	-	-	-
8 Frätande ämnen	3 200	990	3 200
9 Övriga farliga ämnen	5 900	360	5 900
Totalt	**17 000**	**7 300**	**17 352**

Av klasserna i *Tabell 7* 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. I bedömningen var utgångspunkten att använda det högsta värdet av, eller samma 10-potens som, respektive statistiska underlag. För klass 1 används ett mellanting MSB:s uppgifter och Nationellt genomsnitt då det inte är fastställt vilken verksamhet

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

Klasserna i *Tabell 7* omfattar ämnen med varierande farlighetsgrad. För att kunna genomföra en riskberäkning måste ämnen delas upp ytterligare.

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

Detta ger antal transporter i de kategorier som främst bedöms innebära risker för området enligt Tabell 8.

Tabell 8. Farligt gods på avfartsrampen år 2045 som medför betydande risker för området.

Klass och ämnesgrupp		Antal transporter
1.1	Massexplosiva ämnen	10
2.1	Brandfarliga gaser	350
2.3	Giftiga gaser	2
3.	Mycket brandfarliga vätskor	3 825
5.1	Oxiderande ämnen med explosionsrisk	33

För att beräkna sannolikheten för olyckor på avfartsrampen används samma siffror som väg 202, vilka tagits ur Trafikverkets handbok *Effektsamband för transportsystemet* (Trafikverket, 2023:2). Risken för olyckor beräknas till $1{,}44\times10^{-7}$ per fordonskilometer och år. Andelen singelolyckor är cirka 30 %, vilket innebär att det vid 70 % av olyckorna är minst två fordon inblandade (SRV, 1996). 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 $1{,}44\times10^{-7}\times(1+0{,}7)\times1{,}1=2{,}7\times10^{-7}$, där 1,1 är antal standardaxlar.

6 Riskanalys och riskvärdering

I detta kapitel bedöms riskerna för markanvändning drivmedelsstation i förhållande till befintlig markanvändning utanför planområdet. Det görs även en bedömning vilket skyddsavstånd som krävs inom planområdet till annan markanvändning.

I detta kapitel redovisas även beräkningsresultaten för individrisk och samhällsrisk gällande transporter av farligt gods på E20, väg 202 och avfartsrampen från E20 till väg 202. Individrisken är oberoende av exploateringen som sker så därför redovisas individrisken per transportled. Samhällsrisken beräknas summerat för markanvändning dagligvaruhandel inklusive livsmedel. Dessutom redovisas en osäkerhetsanalys för individ- och samhällsrisk. I osäkerhetsanalys av individrisken ökas antalet transporter av farligt gods med 25 %. I osäkerhetsanalys av samhällsrisken ökas både antalet transporter av farligt gods och antalet personer närvarande i området med 25 %. De ingångsvärden för beräkningarna som är specifika för området redovisas i Kapitel 5 & 6.

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

6.1 Drivmedelsstationen

Enligt riktlinjer från Länsstyrelsen samt Boverket så är ett skyddsavstånd på 100 meter mellan bostäder och bensinstationer tillräckligt, se kapitel 4. Detta skyddsavstånd motiveras både utifrån risk för olyckor och av störningar såsom buller, lukt och luftföroreningar. Avståndet mellan fastighetsgräns där drivmedelsstation planeras och befintliga bostäder är cirka 150 meter. Detta ger ett tillräckligt skyddsavstånd med hänsyn taget till risk, buller, lukt och luftföroreningar enligt aktuella riktlinjer.

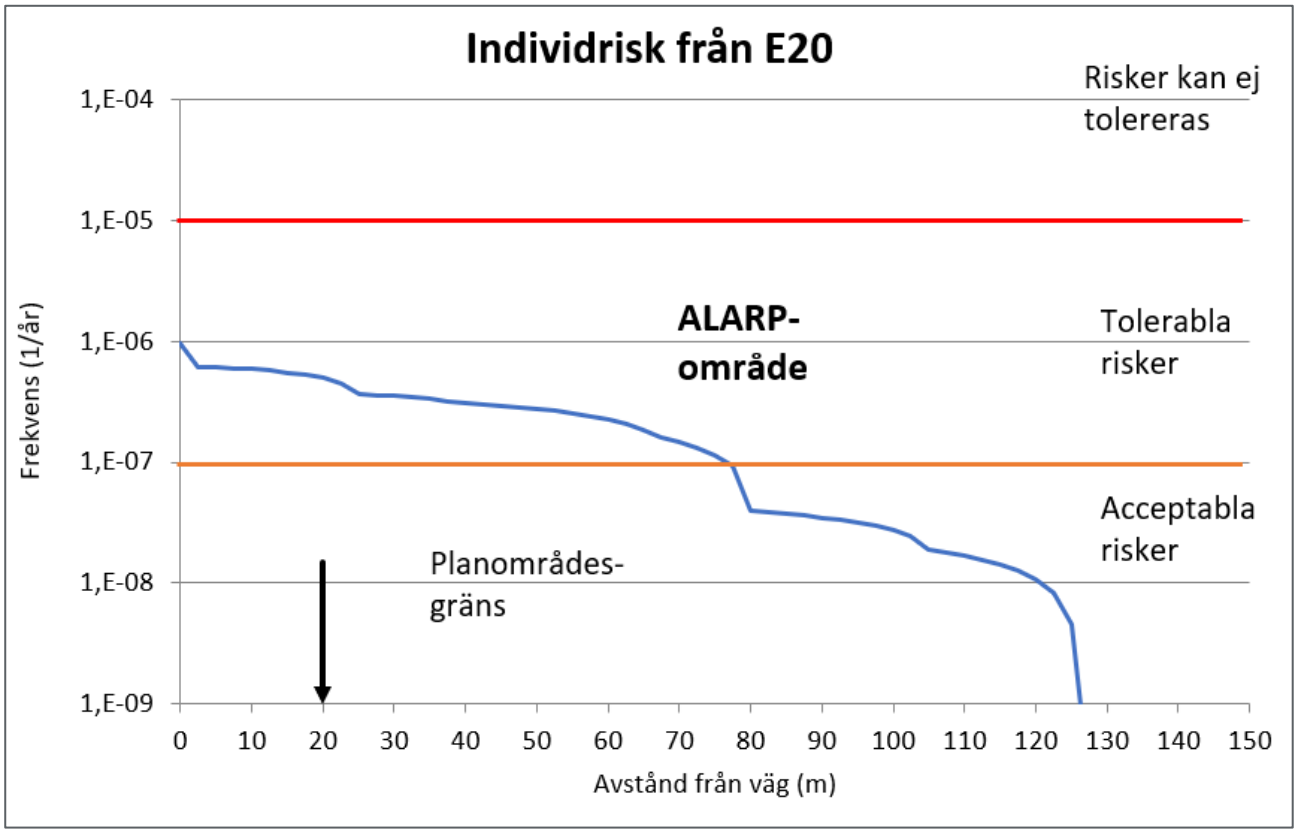
Länsstyrelsens riktlinjer anger att ett minimiavstånd på 25 meter hållas mellan bensinstation och kontor samt liknande verksamheter. Handel kan likställas med liknande verksamhet som kontor. MSB redovisar mer detaljerade riskavstånd som beskriver skyddsavstånd mellan bensinstationens olika delar och plats där människor vanligen vistas. I denna markanvändning ingår handel. Det maximala avståndet i MSB:s riktlinjer är 25 meter mellan påfyllningsanslutning till cistern och plats där människor vanligen vistas.

Bedömningen görs att ett minsta avstånd mellan markanvändning bensinstation och handel bör vara 25 meter. Vid projektering av anläggningen kommer erforderliga skyddsavstånd enligt framtagna branschstandarder att säkerställas.

6.2 Individrisk

6.2.1 E20

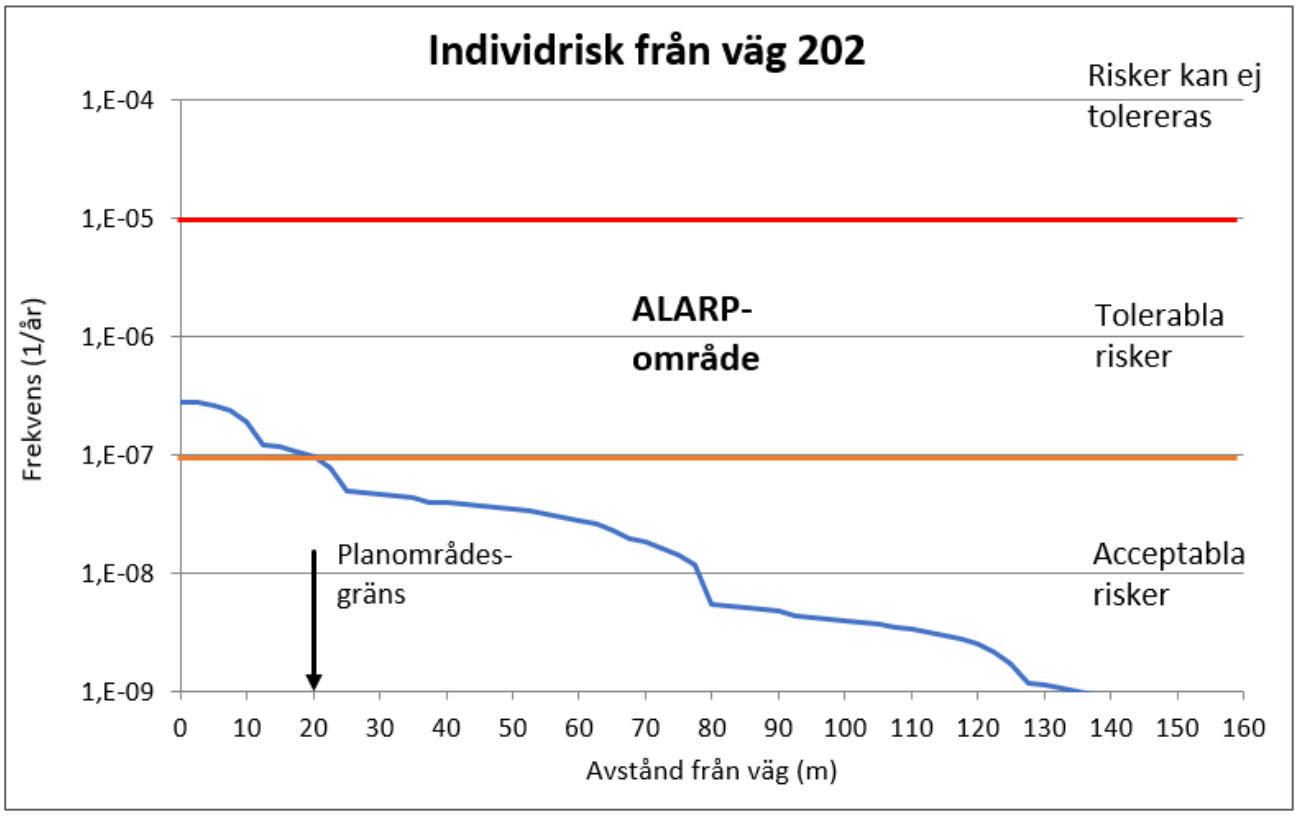
Figur 12 visar individrisken från E20, som är på en acceptabel nivå cirka 80 meter från vägkant, 60 meter in i planområdet.



Figur 12. Individrisk från E20 (blå linje).

6.2.2 Väg 202

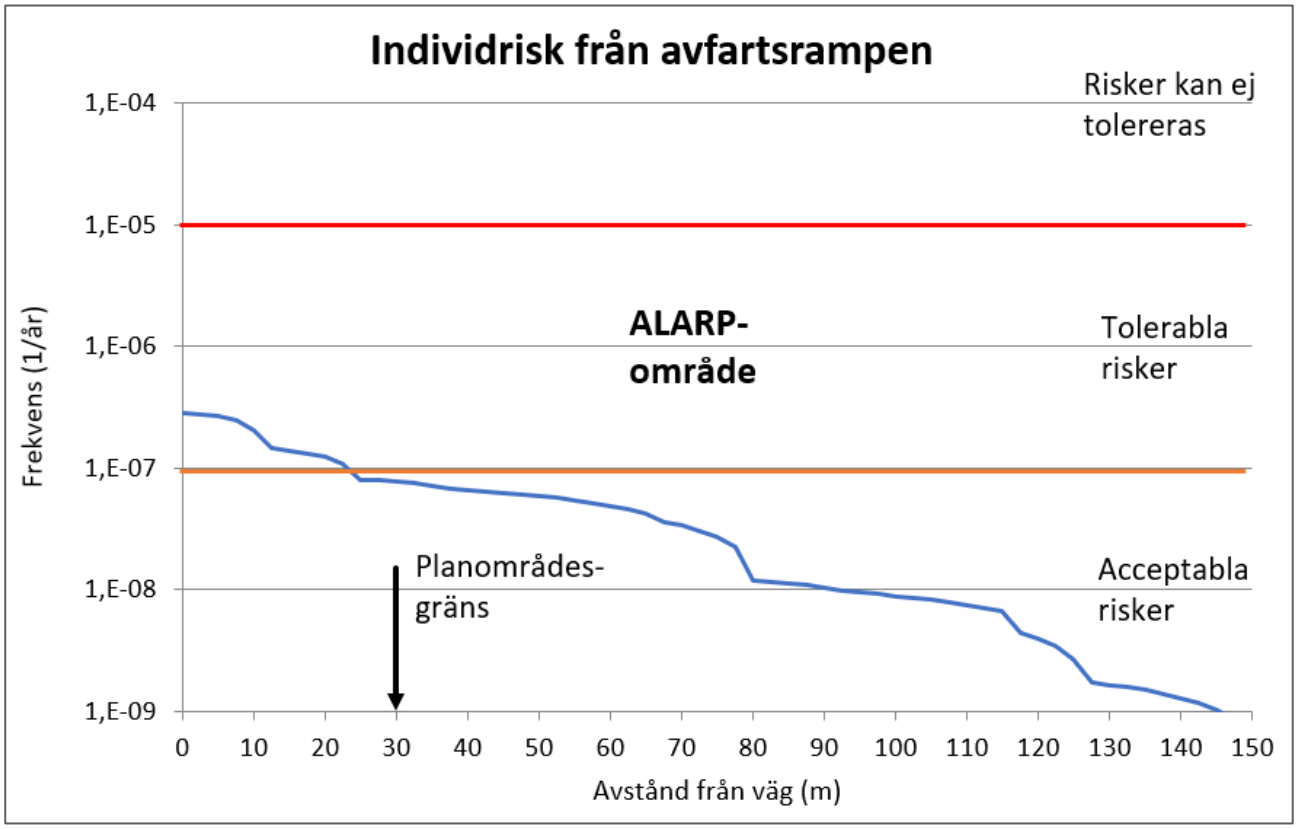
I Figur 13 visas individrisken i området på grund av farligt gods på väg 202. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 20 meter från vägkant och därmed acceptabel inom hela planområdet.



Figur 13. Individrisken från väg 202 (blå linje).

6.2.3 Avfartsrampen

Individrisken från avfartsrampen från E20 till väg 202 visas i Figur 14. Individrisken beräknas vara på en acceptabel nivå cirka 25 meter från avfartsrampen. Individrisken från avfartsrampen är på en acceptabel nivå inom hela planområdet.

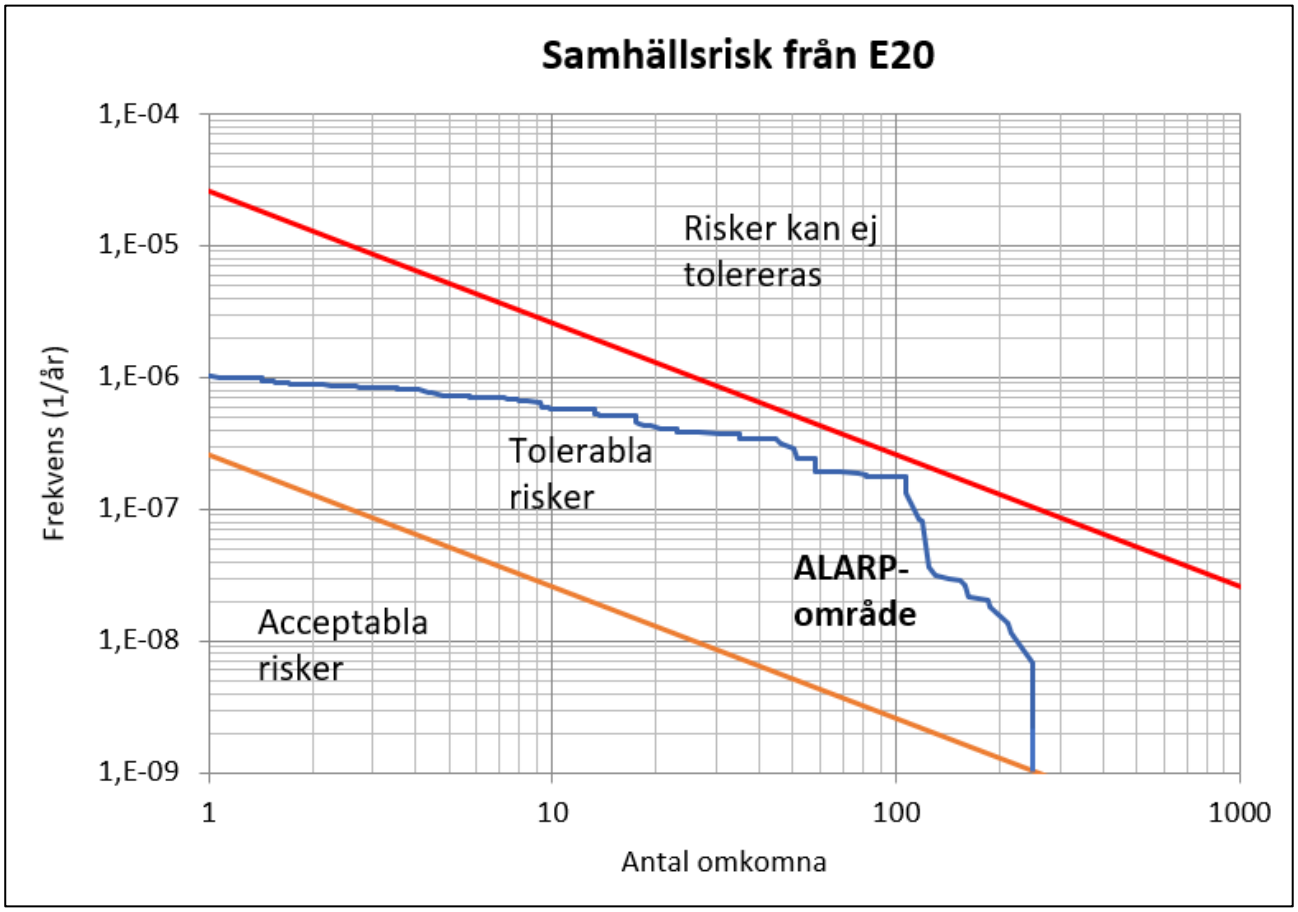


Figur 14. Individrisk från avfartsrampen (blå linje).

6.3 Samhällsrisk

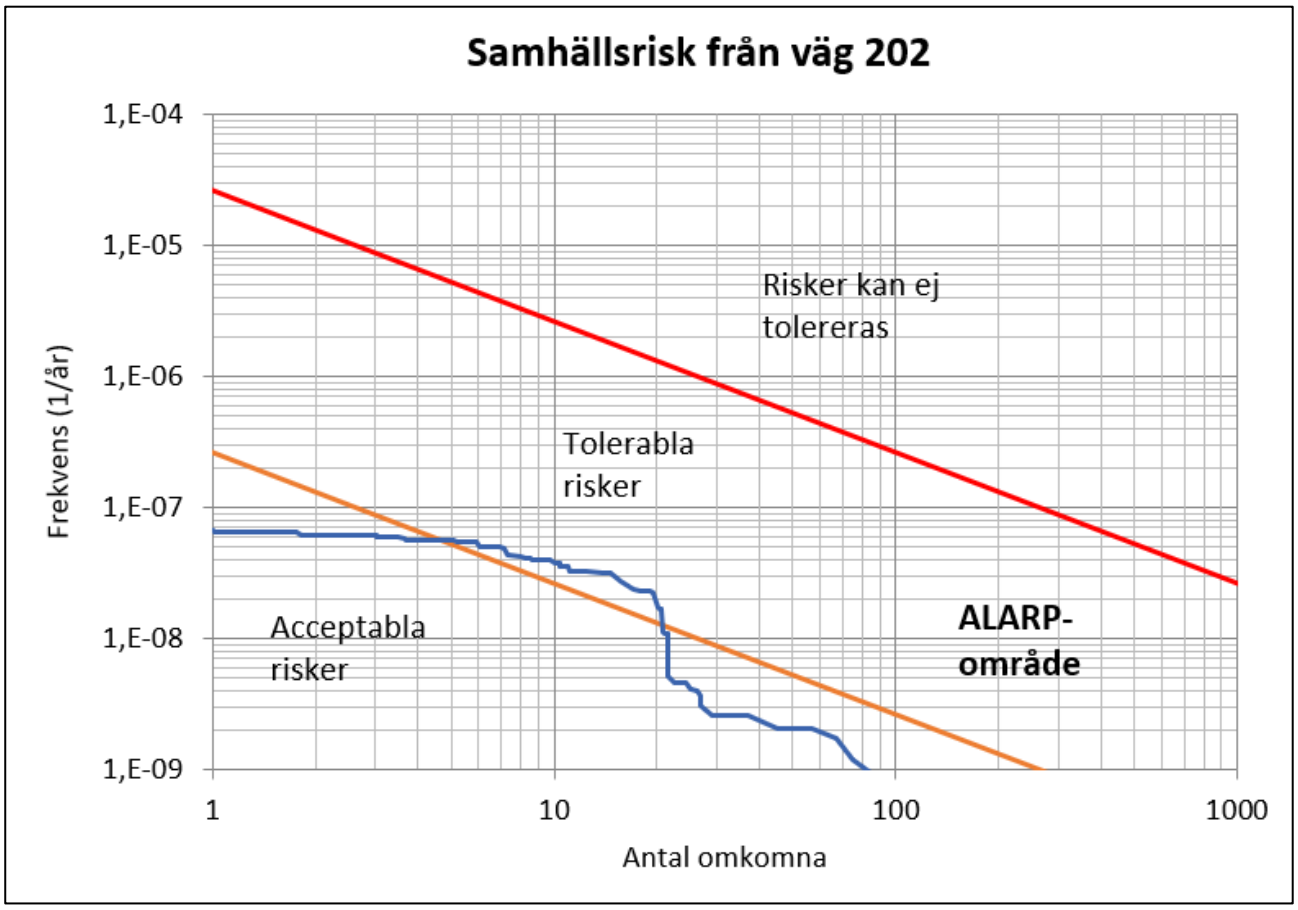
Samhällsrisken har beräknats för markanvändning med dagligvaruhandel inklusive livsmedelsbutik. Beräkningar redovisas för de separata transportlederna och sammantaget för alla transportleder.

I Figur 15 visas samhällsrisken från E20. Beräkningen visar att risknivån är strax under det övre kriteriet där risker ej kan tolereras.



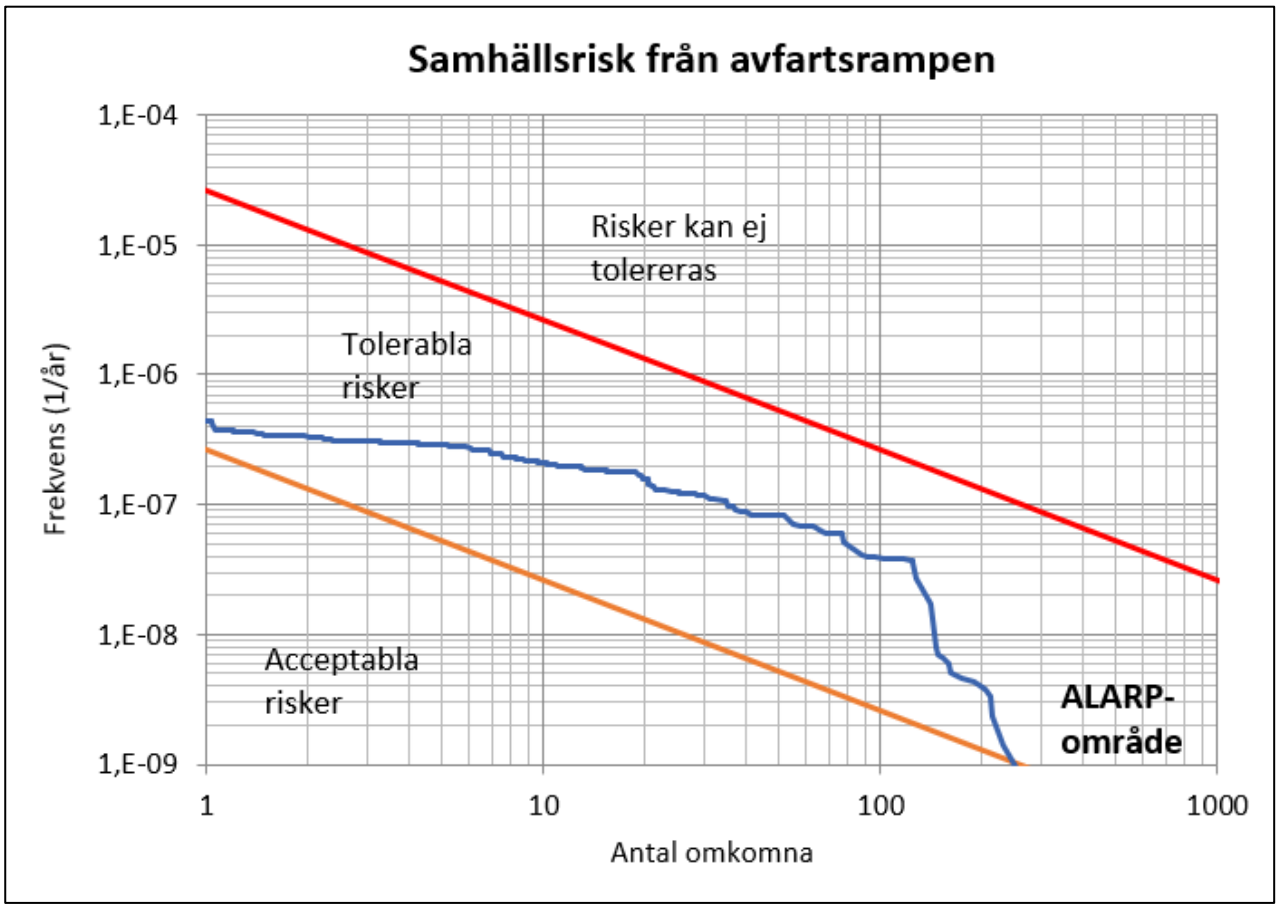
Figur 15 Samhällsrisk E20.

I Figur 16 visas samhällsrisken från väg 202. Beräkningen visar att risknivån ligger i den nedre delen av ALARP-området och mellan en faktor 10 till 50 lägre än riskerna från E20.



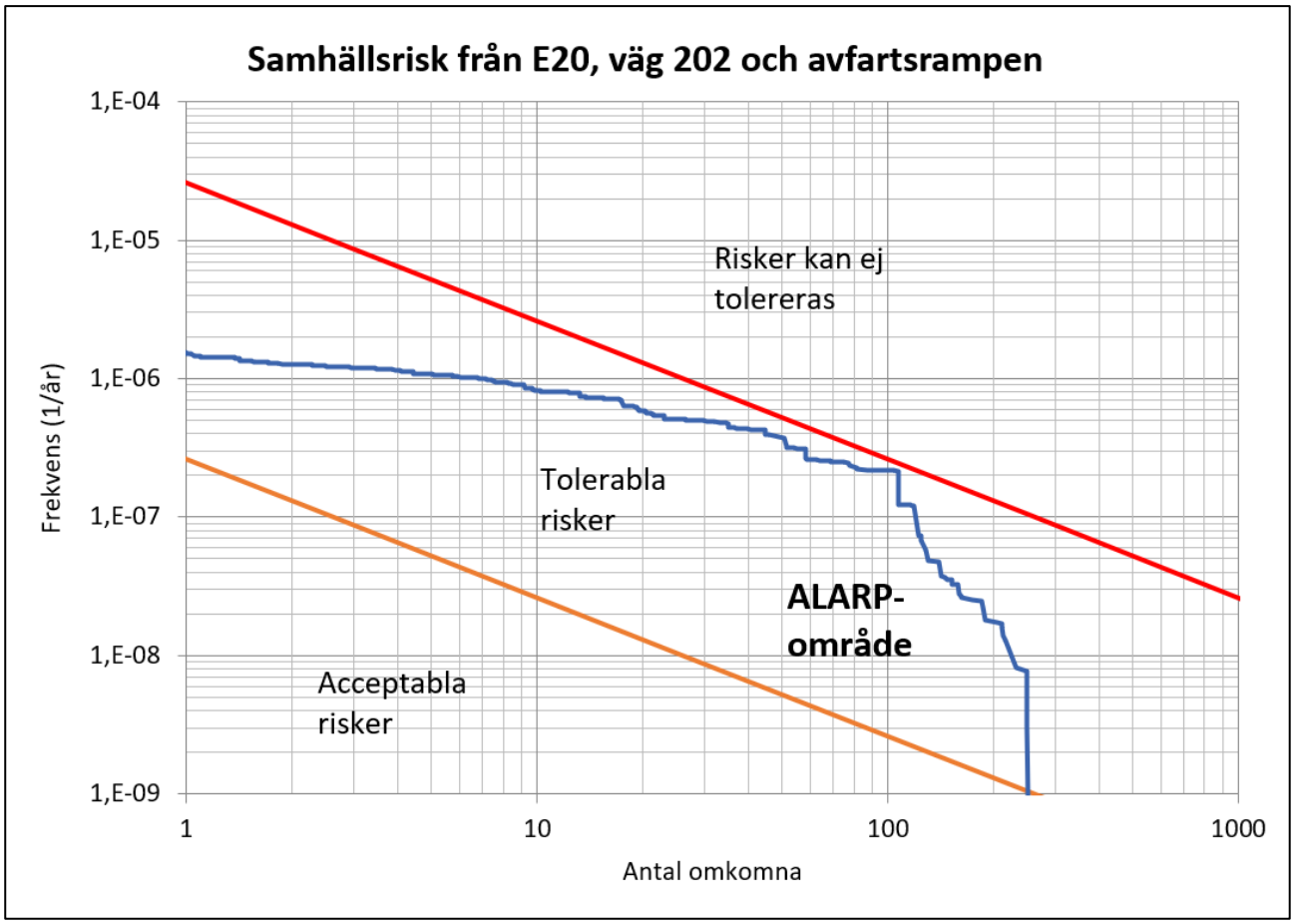
Figur 16 Samhällsrisk väg 202.

I Figur 17 visas samhällsrisken avfartsrampen när markanvändning dagligvaruhandel inklusive livsmedel tillåts i planområdet. Beräkningen visar att risknivån ligger ungefär på hälften av ALARP-området.



Figur 17 Samhällsrisk avfartsrampen, dagligvaruhandel.

Eftersom E20, väg 202 och avfartsrampen mellan E20 och väg 202 är en förlängning av varandra med planområdet lokaliserat på samma sida har en sammanlagd samhällsrisk beräknats. Den sammanlagda samhällsrisken redovisas i Figur 18. I denna figur kan det observeras att diagrammet är mycket likt det för E20 vilket visar att riskerna från E20 är dimensionerande för risknivåerna i området. Efterföljande riskberäkningar redovisar således bara den sammanlagda samhällsrisken. Den sammanlagda samhällsrisken är nära ett överskridande av det övre kriteriet men inom området för tolerabla risker.



Figur 18 Sammanlagd samhällsrisk från E20, väg 202 och avfartsrampen.

I figuren framgår det att samhällsrisken är i ALARP-området där tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga skyddsåtgärder ska vidtas. Att risknivåerna är nära att överskrida kriteriet för icke-tolererbara risker innebär att kraven på skyddsåtgärder blir högre jämfört med om risknivåerna ligger i nedre delen av ALARP-området, se vidare i kapitel 7 Skyddsåtgärder. De dimensionerande olyckorna är de explosions- och brandscenarion som innefattar brandfarliga gaser (molnbrand, explosion, BLEVE, jetflamma).

6.4 Osäkerhetsanalys

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

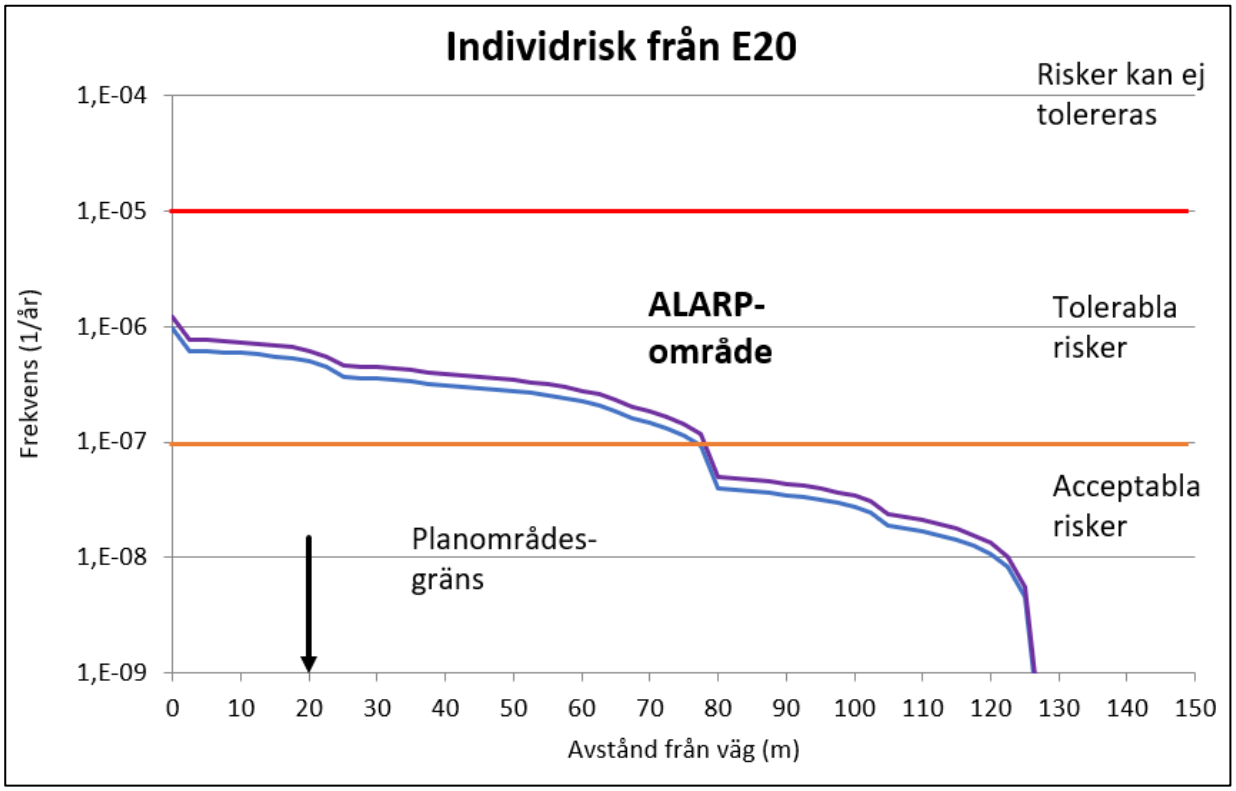
Osäkerhetsanalysen studerar vilka resulterande risknivåer det blir om antal transporter av farligt gods ökar med 25 %.

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

6.4.1 Individrisk

6.4.1.1 E20

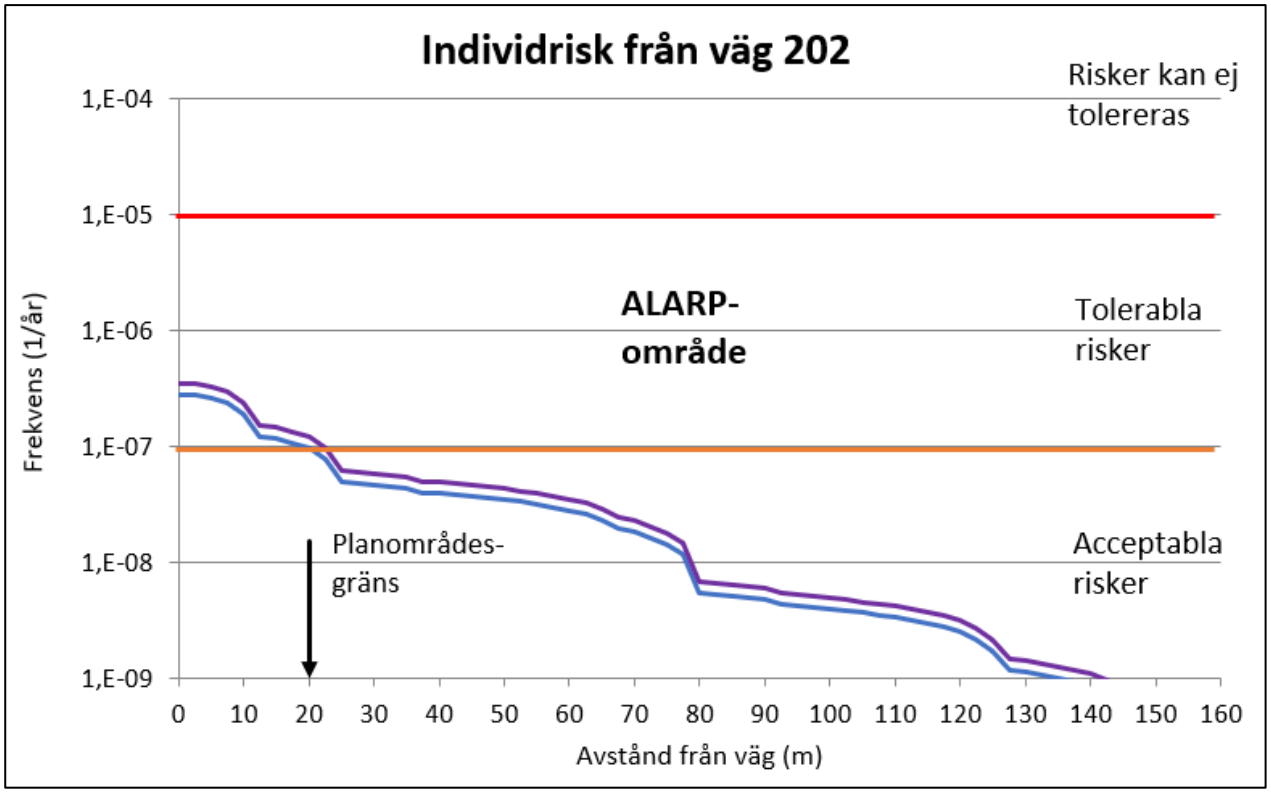
Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på E20 presenteras i Figur 19. Enligt beräkningarna ökar risknivån men beräknas fortfarande vara på en acceptabel nivå cirka 80 meter från vägkant.



Figur 19. Individrisken längs E20. Ursprunglig beräkning (blå linje) och osäkerhetsanalys (lila linje).

6.4.1.2 Väg 202

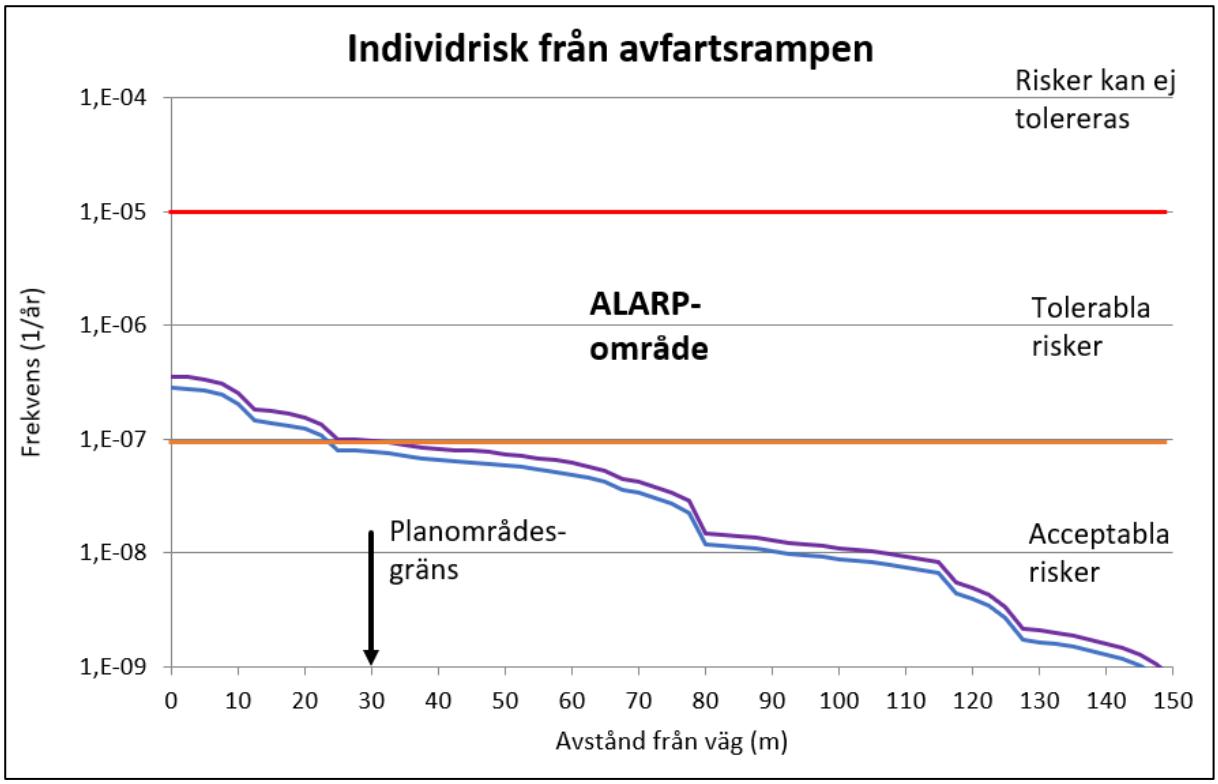
Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på väg 202 presenteras i Figur 20. Enligt beräkningarna ökar risknivån men beräknas fortfarande vara på en acceptabel nivå cirka 25 meter från vägkant.



Figur 20 Individrisk längs väg 202. Ursprunglig beräkning (blå linje) och osäkerhetsanalys (lila linje)

6.4.1.3 Avfartsrampen

Individrisken vid 25 % fler transporter av farligt gods på avfartsrampen presenteras i Figur 21. Enligt beräkningarna ökar risknivån men beräknas fortfarande vara på en acceptabel nivå cirka 35 meter från vägkant.

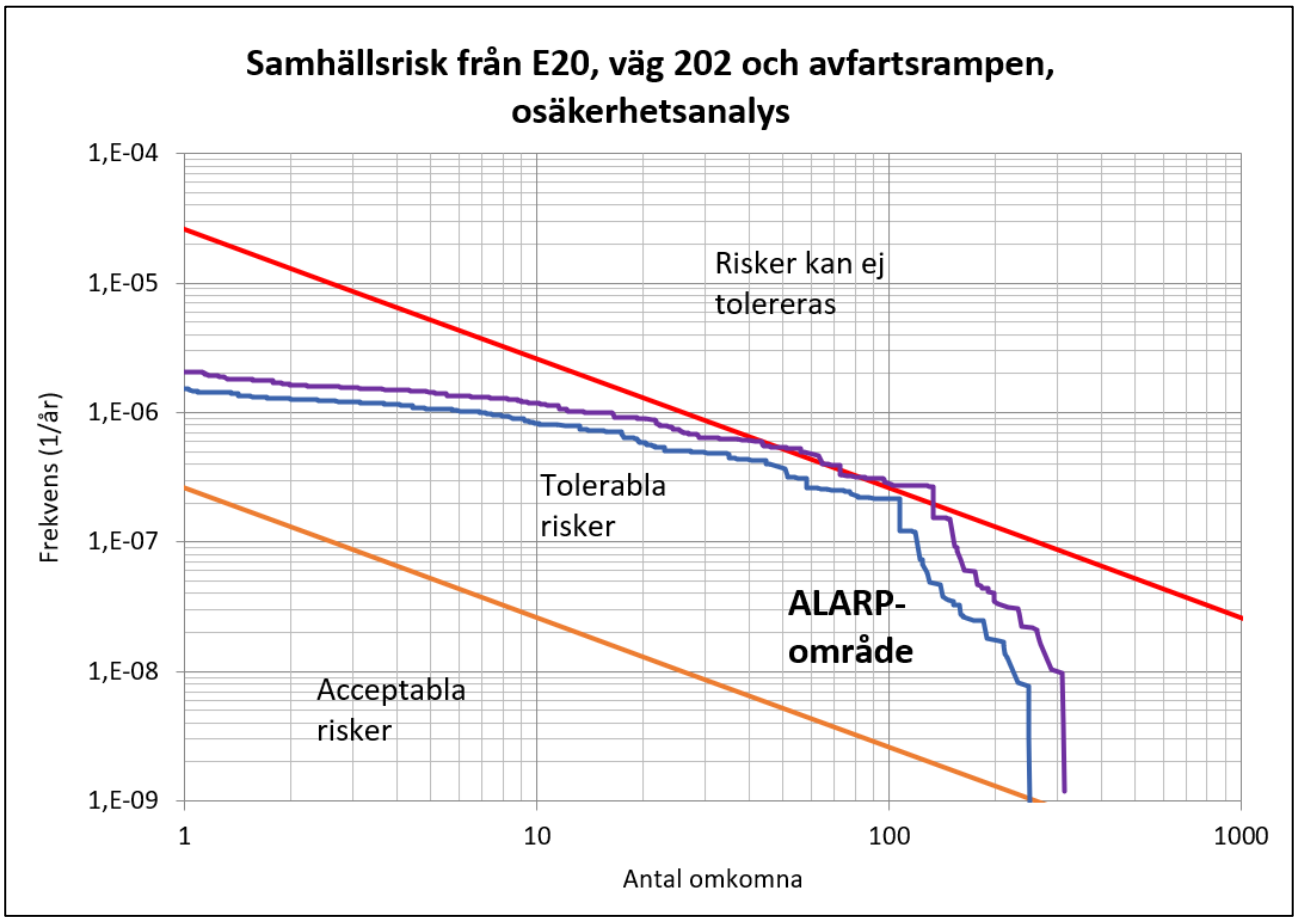


Figur 21 Individrisk längs avfartsrampen. Ursprunglig beräkning (blå linje) och osäkerhetsanalys (lila linje)

6.4.2 Sammanlagd samhällsrisk

I osäkerhetsanalysen har antalet transporter av farligt gods samt att antalet personer närvarande i planområdet ökat med 25 %. I kapitlet redovisas endast osäkerhetsanalysen av den sammanlagda samhällsrisken.

Resultatet av osäkerhetsanalysen redovisas i Figur 22 och visar att samhällsrisken ökar och nu överskrider övre kriteriet där risker ej kan tolereras.



Figur 22 Osäkerhetsanalys för sammanlagda risknivån.

7 Skyddsåtgärder

Enligt beräkningarna för individrisken acceptabel på cirka 80 meters avstånd från vägkant E20, cirka 20 meter från vägkant på väg 202 samt cirka 25 meters avstånd från vägkant på avfartsrampen. Inom dessa avstånd bör inte detaljplanen inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus.

Samhällsrisken beräknas ligga inom ALARP-området vilket innebär att skyddsåtgärder som är tekniskt genomförbara och ekonomiskt rimliga ska genomföras i hela planområdet. De dimensionerande olyckorna är de som innefattar brandfarliga gaser som leder till explosioner (gasmolnsexplosion och BLEVE) samt brandscenarion (gasmolnsbrand och jetflamma). Skyddsåtgärderna som föreslås är att byggnader utformas så att de kan motstå eller fördröja konsekvenser som de dimensionerande olyckorna kan leda till.

Som underlag till val av skyddsåtgärder har en vägledningsrapport som tagits fram av Boverket och Räddningsverket (nu myndigheten för civilt försvar) använts. I denna vägledningsrapport lyfts ett antal säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner för att skydda mot exempelvis ras, skred, översvämning och olika typer av olyckor med farligt gods (Boverket, Räddningsverket, 2006). Skyddsåtgärderna A4-A7, B7-B8, C4, C5 och C7 gäller för andra typer av händelser än olyckor för farligt gods och hanteras således inte vidare i denna riskutredning.

En bedömning av respektive åtgärds lämplighet presenteras i Tabell 9.

Tabell 9 Bedömning av Skyddsåtgärder som är aktuella i denna detaljplan.

Åtgärdsnumrering	Namn	Aktuell för detaljplan	Kommentar
A1	Markbeläggning genomsläpplig eller tät (asfalt, gräs etc.)	Nej	Transportleder för farligt gods och dess vägområde ingår inte i aktuell detaljplan
A2	Bassäng/kassun/invallning för uppsamling av utsläpp/vatten	Nej	Transportleder för farligt gods och dess vägområde ingår inte i aktuell detaljplan
A3	Dike	Nej	Finns redan mellan transportleder och planområdet
B1	Skyddsavstånd	Ja	Skyddsavstånd appliceras mot E20
B2	Vegetation - träd motsv.	Nej	Osäker skyddseffekt. Kan reducera konsekvenser av giftiga gaser men öka tryck vi explosioner
B3	Vegetation - buskar motsv.	Nej	Osäker skyddseffekt. Kan reducera konsekvenser av giftiga gaser men öka tryck vi explosioner
B4	Vall	Ja	Finns mot E20 på delar av sträckan. Ej aktuellt med utökning på grund av avstånd till E20.
B5	Tråg	Nej	Transportleder för farligt gods och dess vägområde ingår inte i aktuell detaljplan
B6	Mur/plank	Nej	Ej lämplig som skyddsåtgärd då det skulle krävas en mur på cirka 4-5 meter för att skydda mot scenarion som exempelvis molnbrand
C1	Disposition av planområdet	Nej	Infart från Stockholmsvägen begränsar möjligheten att disponera om området
C2	Disposition av byggnad	Ja	Placering av utrymningsvägar är föreslagen som skyddsåtgärd
C3	Placering av friskluftsintag	Ja	Placering av friskluftsintag är föreslagen som skyddsåtgärd
C6	Minushöjd Höjd som understiger omgivande marknivå dvs. Nedgrävning av riskkälla	Nej	Transportleder för farligt gods och dess vägområde ingår inte i aktuell detaljplan
C8	Förstärkning av stomme/fasad	Ja	Skyddsåtgärden har bedömts rimlig i förhållande till den höga risknivån och dimensionerande olyckor
D1	Begränsning av fönsterarea	Nej	Ej lämpligt för denna typ av markanvändning och på grund av tveksamhet kring skyddseffekter
D2	Ej öppningsbara fönster	Ja	Har bedömts som lämplig och förenlig med brandklassad fasad
D3	Brandskyddad fasad	Ja	Här bedömts vara lämplig utifrån dimensionerande olyckor

7.1 Explosioner

För scenarion som kan leda till explosioner innebär det att byggnader ska kunna motstå den påfrestning som en gasexplosion kan leda till och ska inte leda till att fortskridande ras inträffar i byggnaderna.

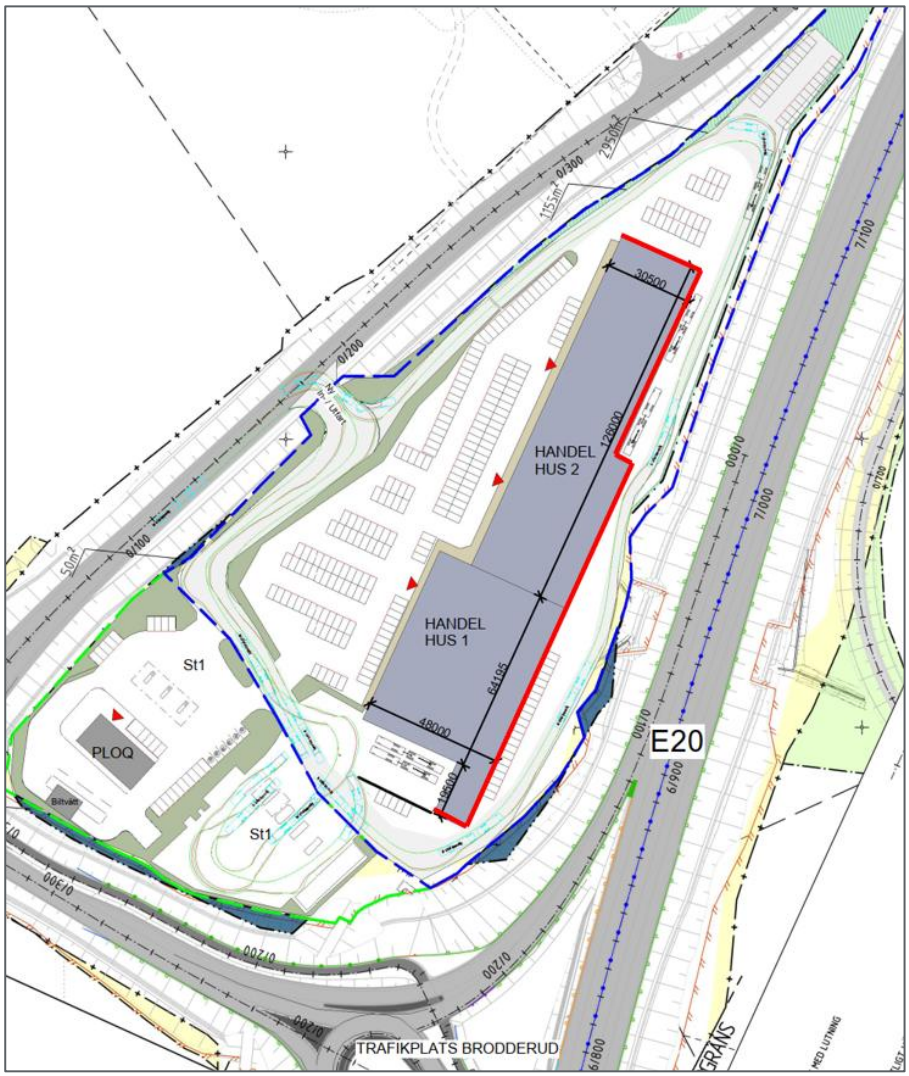
Enligt en tidigare riskutredning är påfrestningen på 30 meters avstånd från explosionscentrum 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 273 Pas i reflekterad impulstäthet, påfrestningen avtar med avståndet från explosionscentrum enligt *figur 4* i *bilaga 2.* Tidigare utredning redovisas i sin helhet i bilaga 2. Explosionscentrum antas vara i vägkant på E20. Motsvarande påfrestning vid 35 meters avstånd från vägkant på E20 är 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 208 Pas i reflekterad impulstäthet. Exempel på en möjlig konstruktion som kan motstå dessa explosionstryck är byggnader med sammanhållen betongstomme.

Dessa angivna explosionslaster gäller för gasexplosioner på öppna ytor vilket anses som det mest sannolika scenariot i detta fall i relation till områdets karaktär. I beräkningarna tas även hänsyn till osäkerheter i skyddseffekterna och att alla explosioner inte klassas som öppen yta. Därför bedöms åtgärden ge en skyddseffekt på 75 % på explosionsscenarion med brandfarliga gaser. Åtgärden bedöms även kunna ha en viss skyddseffekt på scenarion BLEVE, massexplosion och explosioner med organiska ämnen i klass 5.1 men hänsyn till detta tas inte i beräkningarna av skyddsåtgärdens effekt vilket innebär att risknivån blir ytterligare lägre än den beräknade.

För att hantera explosionsscenarion på ett mer heltäckande sätt så ska fönster som vetter mot E20 utföras så att människor inte skadas eller omkommer av glassplitter vid en explosion.

7.2 Brand

För brandscenarion föreslås krav på svårantändlighet och brandklass EI30 på fasader inklusive fönster. Inom planområdet föreslås svårantändliga fasader och brandklass EI30 på fasader inklusive fönster markerade med röda linjer enligt Figur 23. Att fönster klassas med EI30 innebär att de inte kan öppnas utan särskilda specialverktyg. Skyddseffekten antas vara 95 % för scenarion gasmolnsbrand, pölbrand och jetflamma för att ta hänsyn till osäkerheter i skyddseffekten.



Figur 23 Fasader inklusive fönster som ska utföras i minst brandklass EI 30.

7.3 Övriga åtgärder

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.

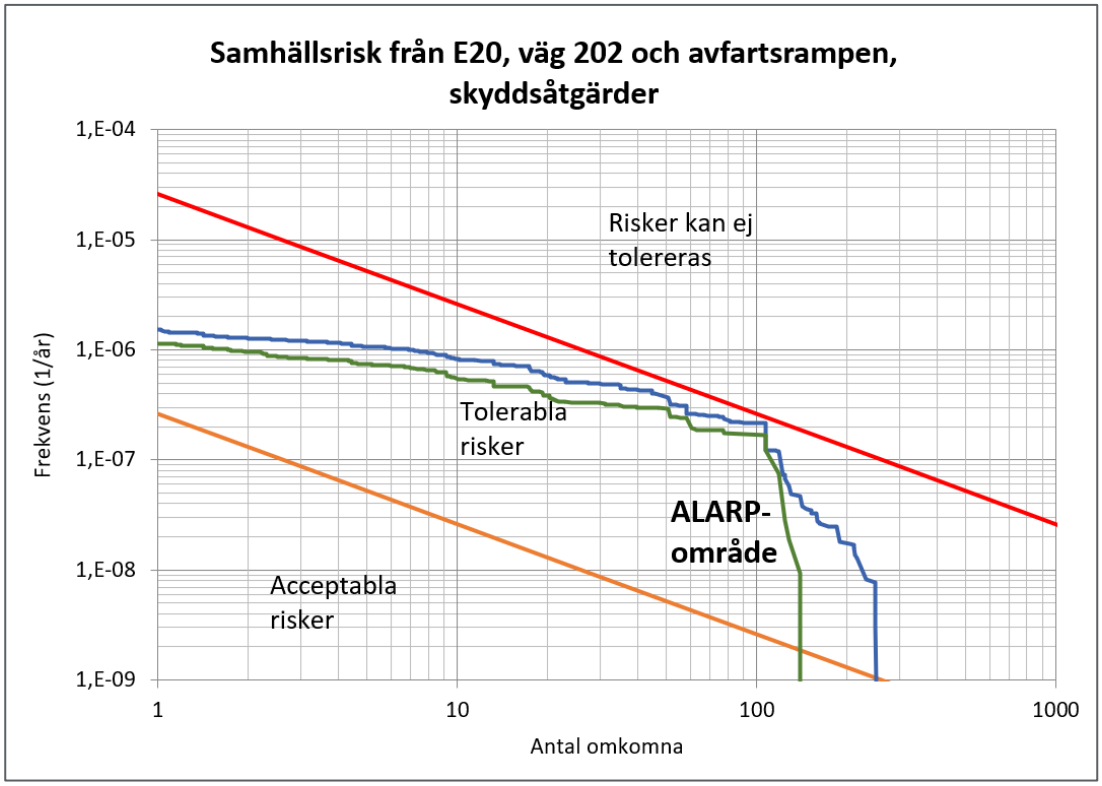
Att anordna ventilationen på byggnaderna på så sätt att friskluften tas från ett högt läge och så långt bort från transportleden för farligt gods som möjligt är en effektiv skyddsåtgärd för att inte få in brandfarliga och giftiga gaser i byggnaderna.

Förslag på ytterligare skyddsåtgärder syftar till att ge människor som befinner sig inomhus en tidig varning om att olycka har inträffat på E20 samt ge ytterligare skydd mot att gaser tränger in i byggnaden. Ett system för gasdetektion av brandfarlig gas eller annan övervakning ska införas mot E20 så att en olycka med farligt gods upptäcks snabbt. Ett system för manuell avstängning av all ventilation ska finnas lättillgängligt i byggnaderna.

Skyddseffekten av de övriga skyddsåtgärderna är svårkvantifierad men bedöms leda till mildare konsekvenser vid olyckor som leder till utsläpp av giftiga och brandfarliga gaser.

7.4 Åtgärdernas påverkan på risknivån

Figur 24 visar beräkningarna med och utan åtgärder för att fördröja och motverka konsekvenserna av de dimensionerande olyckorna. Enligt beräkningarna minskar risknivån och framförallt för scenarion med störst konsekvenser (antal omkomna).



Figur 24 Sammanlagd samhällsrisk med skyddsåtgärder för brand och explosioner (grön linje). Ursprungsberäkning visas med blå linje.

8 Diskussion och slutsats

Avståndet mellan fastighetsgräns där drivmedelsstation planeras och befintliga bostäder är cirka 150 meter. Detta ger ett tillräckligt skyddsavstånd med hänsyn taget till risk, buller, lukt och luftföroreningar enligt aktuella riktlinjer. För att inte underskatta riskerna inom planområdet vid anläggandet av drivmedelsstationen så bör ett minsta avstånd på 25 meter från markanvändning drivmedelsstation till handelsbyggnaden upprätthållas. Vid projektering av anläggningen kommer skyddsavstånd enligt framtagna branschstandarder att säkerställas.

Individrisken är acceptabel på cirka 80 meters avstånd från vägkant E20, cirka 20 meter från vägkant på väg 202 samt cirka 25 meters avstånd från vägkant på avfartsrampen. Områden inom dessa avstånd bör inte inbjuda till stadigvarande vistelse utomhus. Parkering är acceptabelt eftersom personer sällan befinner dig vid sitt parkerade fordon mer än ett fåtal minuter.

Samhällsrisken för planområdet på grund av transporter av farligt gods ligger högt inom ALARP-området vilket innebär att tekniskt genomförbara och ekonomisk rimliga skyddsåtgärder ska genomföras. Utifrån de dimensionerande olyckorna, platsspecifika förutsättningar och personer närvarande föreslås följande åtgärder:

- Byggnader inom 100 meter ska dimensioneras för att förhindra fortskridande ras. För byggnader inom 30 meters avstånd från vägkant på E20 ska den klara en påfrestning på 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 273 Pas i reflekterad impulstäthet. För byggnader inom 35 meters avstånd från vägkant på E20 ska den klara en påfrestning på 4.1 kPa i reflekterat tryck och 1 208 Pas i reflekterad impulstäthet. Dimensioneringsförutsättningar för bebyggelse på längre avstånd än detta kan utläsas i Figur 4 i bilaga 2.
- Fasader inklusive fönster på byggnader inom 100 meter från E20 enligt Figur 23 ska vara svårantändliga och utformas i minst brandklass EI30. Att fönster klassas med EI30 innebär att de inte kan öppnas utan särskilda specialverktyg.
- På byggnader inom hela planområdet ska utrymning vara möjlig bort från E20 och väg 202.
- På byggnader inom hela planområdet ska friskluften ska tas från ett högt läge och vänt bort från E20 och väg 202.
- För byggnader inom 100 meter från E20 ska ett system för gasdetektion av brandfarlig gas eller annan övervakning mot E20 införas.
- För byggnader inom 100 meter från E20 ska ett system för manuell avstängning av ventilation finnas lättillgänglig i byggnaderna.
- På byggnader inom 100 meter från vägkant på E20 ska fönster som vetter mot E20 utföras så att människor inte skadas av glassplitter vid en explosion

Om dessa skyddsåtgärder genomförs bedöms riskerna på grund av transporter av farligt gods på E20, väg 202 och avfartsrampen vara tolerabla enligt använda kriterier.

9 Referenser

Boverket. (1995). *Bättre plats för arbete - Planering av arbetsområden med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet, Allmänna råd 1995:5.*

Boverket, Räddningsverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport.*

Göteborgs stad. (2011). *Vägledning till parkeringstal vid detaljplaner och bygglov.*

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.

MSB. (2015). *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.* Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB.

Norconsult AB. (2013). *Detaljplan för del av Ubbarp 8:20 och Vist 10:25, Ulricehamn - Riskanalys transport av farligt gods och tankstation.*

Plan-och bygglagen. (2010:900).

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

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

SRV. (1996). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport.*

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

TRAFA. (2019). *Lastbilstrafik 2000–2018. Årliga rapporter utgivna av TRAFA (f.d. SIKA).*

Trafikverket. (2021:1). *Vägplan E20 förbi Mariestad.* Hämtat från https://bransch.trafikverket.se/contentassets/efd9719c78ae4fac89e1b9cc392159bb/granskning-juli-aug-2021/12_vaghallningsomraden.pdf

Trafikverket. (2021:2). *Vägplan fastställelsehandling E20 Förbi Mariestad, delen Muggebo-Tjos. Vägplanebeskrivning.*

Trafikverket. (2023:1). *Granskningshandling, Planbeskrivning – E20 och väg 202 vid Korstorp.* Skövde.

Trafikverket. (2023:2). *Effektsamband för transportsystemet – Fyrstegsprincipen Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, 2023-10-01.* Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2024). *Trafikutvecklingstal väg.*

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 6

2.1 Händelseträd från RBM II 6
2.1.1 Klass 2.1 7
2.1.2 Klass 2.3 8
2.1.3 Klass 3 9
2.2 Klass 1 9
2.5 Klass 5.1 11

3. Konsekvenser av scenario 12

3.1 Klass 1 14
3.2 Klass 5.1 17
3.3 Individrisk 18

Referenser 19

x:\swe\göteborg\n-data\109\32\109327\5 arbetsmaterial\01 dokument\u\bilaga riskutredning brodderud, mariestad.docx

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

Ingångsdata	Uppdragsnamn:	Riskutredning Brodderud 3:11			2025-02-26
Olycksrisk					
PO	0,075	1/miljon fordonskm, år			
miljoner till km	1000000				
Risk för olycka	7,50E-08	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	50%				
Andel med fler än 2 fordon inblandade	50%				
Olycksrisk fordon	1,24E-07	1/km, år			
Område enl nedan	1	ange siffervärde			
Antal standardaxlar	1,1				
Sannolikhet utströmning > 100 kg					
Område		Kondenserade gaser	Vätskor		
Motorväg (100-120 km/h)	1	0,052	0,101		
Utanför tätort (70-80 km/h)	2	0,034	0,077		
Inom tätort (30-50 km/h)	3	0,006	0,021		
Mellan Motorväg 90 km/h	4	0,043	0,089		
Beräkning olycksrisken per klass, dag tid och nattetid					
Andel transporter dagtid	0,7				
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid os	1				

	antal transporter totalt	**risk>100 kg**	**utsläppsrisk dag/km,år**	**utsläppsrisk natt/km, år**
Klass 1, massexplosiv	16,0	1	1,4E-06	5,9E-07
Klass 2.1	2800,0	0,052	1,3E-05	5,4E-06
Klass 2.3	19,0	0,052	8,6E-08	3,7E-08
Klass 3, bensin	21750,0	0,101	1,9E-04	8,2E-05
Klass 5.1, explosionsrisk	466,7	0,101	4,1E-06	1,7E-06

Bredd på hus första raden [m]	113	handel mot E20
Medelavstånd till område inne [m]	96	till första raden, handel+hotell
Medelavstånd till område ute [m]	31	mätt från vägkant till planområde
Områdets längd längs leden [m]	520	hela planområdet

Figur 1A. Ingångsdata för riskberäkning E20.

x:\swe\göteborg\n-data\109\32\10932755\5 arbetsmaterial\01 dokument\u\bilaga riskutredning brodderud, mariestad.docx

Ingångsdata	Uppdrags namn:	Riskutredning Brodderud 3:11			2025-03-06
Olycksrisk					
PO	0,144	1/miljon fordonskm, år			
miljoner till km	1000000				
Risk för olycka	1,44E-07	1/fordonskm, år			
Andel singelolyckor	30%				
Andel med fler än 2 fordon inblandade	70%				
Olycksrisk fordon	2,69E-07	1/km, år			
Område enl 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 nattetid					
Andel transporter dagtid	0,7				
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid os	1				
	antal transporter totalt	**risk>100 kg**	**utsläppsrisk dag/km,år**	**utsläppsrisk natt/km, år**	
Klass 1, massexplosiv	10,0	1	1,9E-06	8,1E-07	
Klass 2.1	550,0	0,034	3,5E-06	1,5E-06	
Klass 2.3	3,0	0,034	1,9E-08	8,2E-09	
Klass 3, bensin	8250,0	0,077	1,2E-04	5,1E-05	
Klass 5.1, explosionsrisk	86,7	0,077	1,3E-06	5,4E-07	
Bredd på hus första raden [m]	90	PLOQ och handel kortsida			
Medelavstånd till område inne [m]	60	till PLOQ och handel			
Medelavstånd till område ute [m]	13	vägkant till planområdesgräns			
Områdets längd längs leden [m]	525	Total längd			

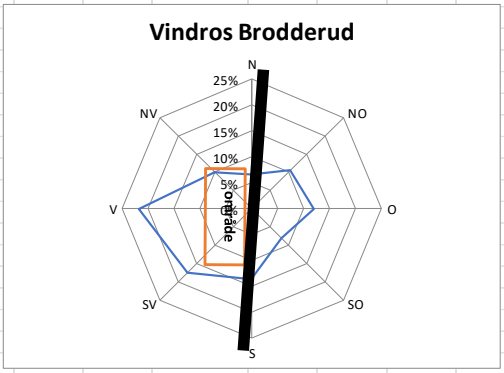
Figur 1B. Ingångsdata för riskberäkning väg 202.

Ingångsdata	Uppdragsnamn:	Riskutredning Brodderud 3:11			2025-02-26
Olycksrisk					
Risk för olycka	1,44E-07	1/fordonskm, år	Samma siffror som för väg 202		
Andel singelolyckor	0,30				
Olycksrisk fordon	2,69E-07	1/km, år			
Område enl nedan	2	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 nattetid					
Andel transporter dagtid	0,7				
Faktor för osäkerhetsanalys (1,0 i vanliga fall 1,25 vid os	1				
	antal transporter totalt	**risk>100 kg**	**utsläppsrisk dag/km,år**	**utsläppsrisk natt/km, år**	
Klass 1, massexplosiv	10,0	1	1,9E-06	8,1E-07	
Klass 2.1	350,0	0,034	2,2E-06	9,6E-07	
Klass 2.3	2,0	0,034	1,3E-08	5,5E-09	
Klass 3, bensin	3825,0	0,077	5,6E-05	2,4E-05	
Klass 5.1, explosionsrisk	33,3	0,077	4,8E-07	2,1E-07	
Bredd på hus första raden [m]	29,5	Handels och PLOQs kortsidor			
Medelavstånd till område inne [m]	86	PLOQ och handel			
Medelavstånd till område ute [m]	39,5	till planområdesgräns			
Områdets längd längs leden [m]	525	Total längd			

Figur 1C. Ingångsdata för riskberäkning avfartsrampen.

I F*igur 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. Figuren visar ledens orientering och riktning i förhållande till E20.

Vindros olycksplatsen					Riskutredning Brodderud 3:11				2025-02-26	
Vindros	Karlsborg									
N	6,3%	7%								
NO	10,1%	11%								
O	11,5%	12%								
SO	7,7%	8%								
S	13,0%	14%								
SV	16,8%	18%								
V	20,9%	22%								
NV	9,7%	10%								
Summa	96%	100%								
Ledens orientering		N-S								
Områdets riktning i förhållande till leden		V	Vilken sida om leden							
Vindriktning mot området			31%							
Vindriktning längs leden			20%							
Bort från leden			49%							
			100%							
	Karlsborg	6,3	10,1	11,5	7,7	13	16,8	20,9	9,7	4



Figur 1. Vindros för planområdet som gäller för beräkning av risknivåer på E20.

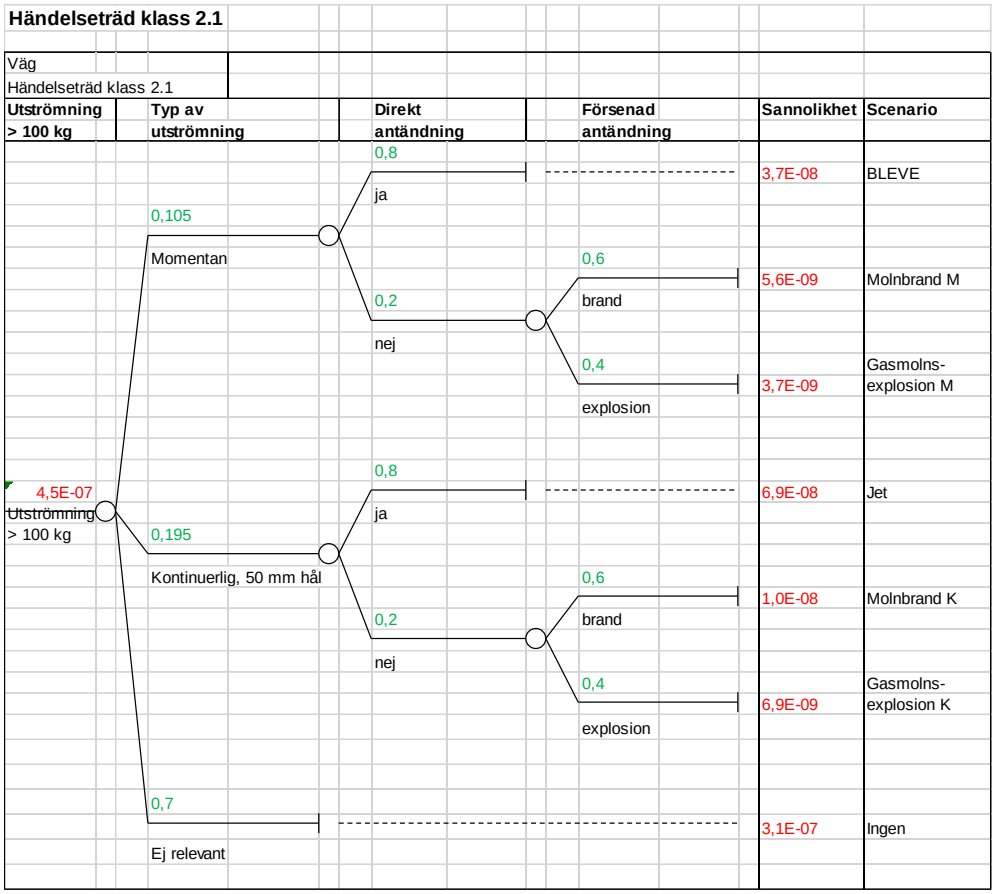
2. Händelseträd

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

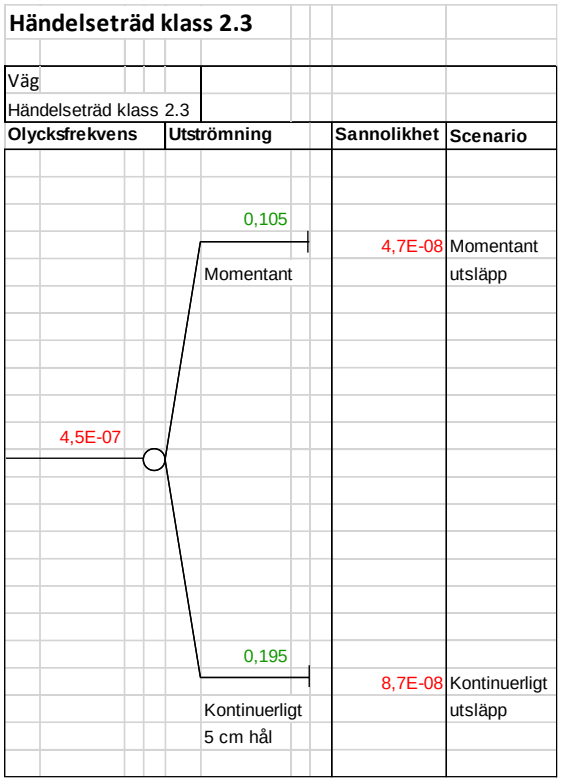
Den initiala olycksfrekvensen för händelseträden för klass 2.1, 2.3 och 3 beräknas enligt *avsnitt 1* och resterande delen av händelseträdet baseras på RBM II. RBM II skiljer på om utsläppet sker momentant eller kontinuerligt för de berörda klasserna. Om utsläppet sker momentant släpps hela innehållet 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.*

2.1.1 Klass 2.1



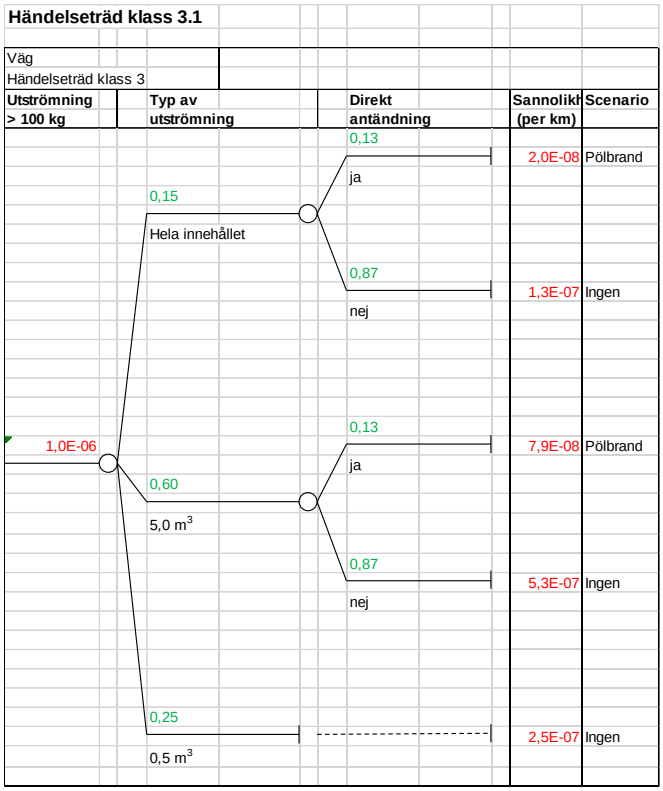
Figur 2. Händelseträd olycka brandfarlig gas.

2.1.2 Klass 2.3



Figur 3. Händelseträd olycka giftiga gaser.

2.1.3 Klass 3



Figur 4. 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 rapporteras (ERM 2008, FOA 2000) som visar att den hastighet som krävs för att en stöt skall leda till explosion av sprängämnet är jämförbara med typiska hastigheter för kulor från skjutvapen (500 m/s dvs. 1800 km/t). Vid förhöjda temperaturer sänks visserligen denna hastighet men ligger fortfarande vida över vad som förekommer vid en olycka.

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

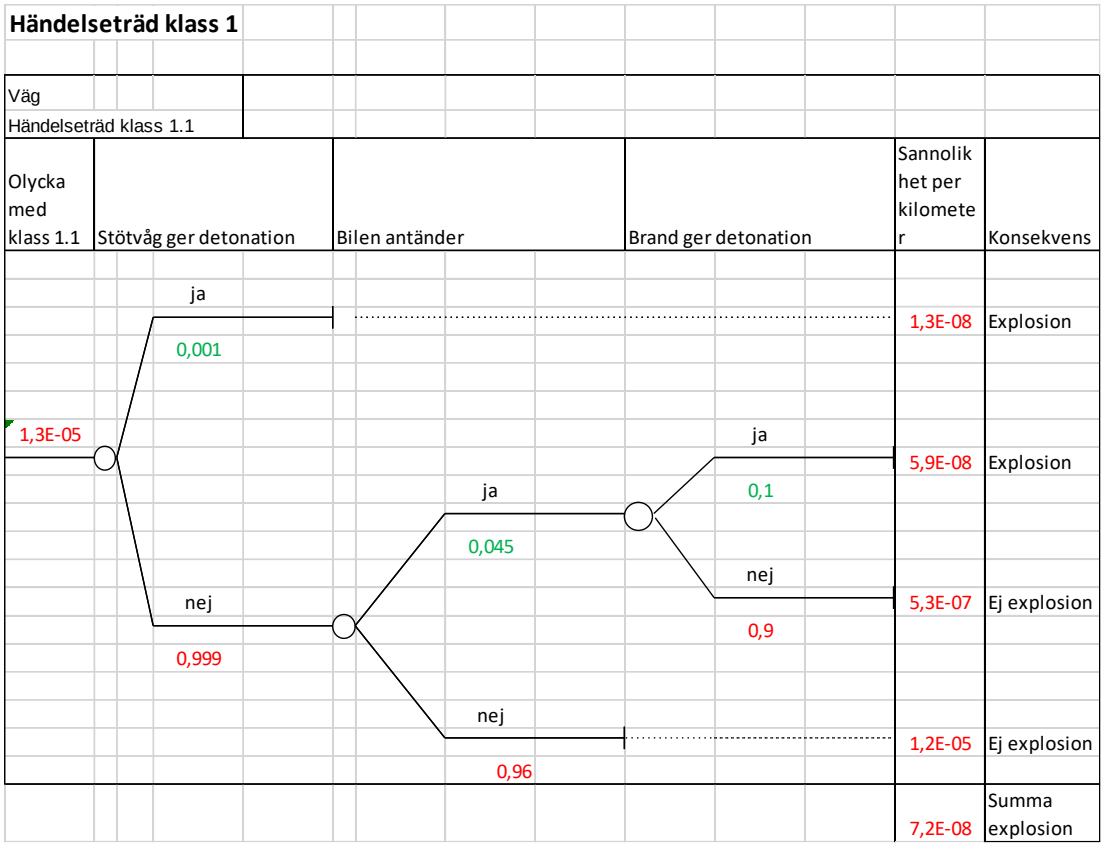
nitroglycerinbaserade sprängämnen har visat att sannolikheten för antändning låg under 0,1 %. I studien simulerades den stöten som skulle orsakas av ett fall på 12 m.

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

Sannolikhet för detonation på grund av brand

Sannolikheten för 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 5. Händelseträd för olycka med sprängämnen, klass 1.1.

x:\swe\göteborg\n-data\109\32\109327\5 arbetsmaterial\01 dokument\u\bilaga riskutredning brodderud, mariestad.docx

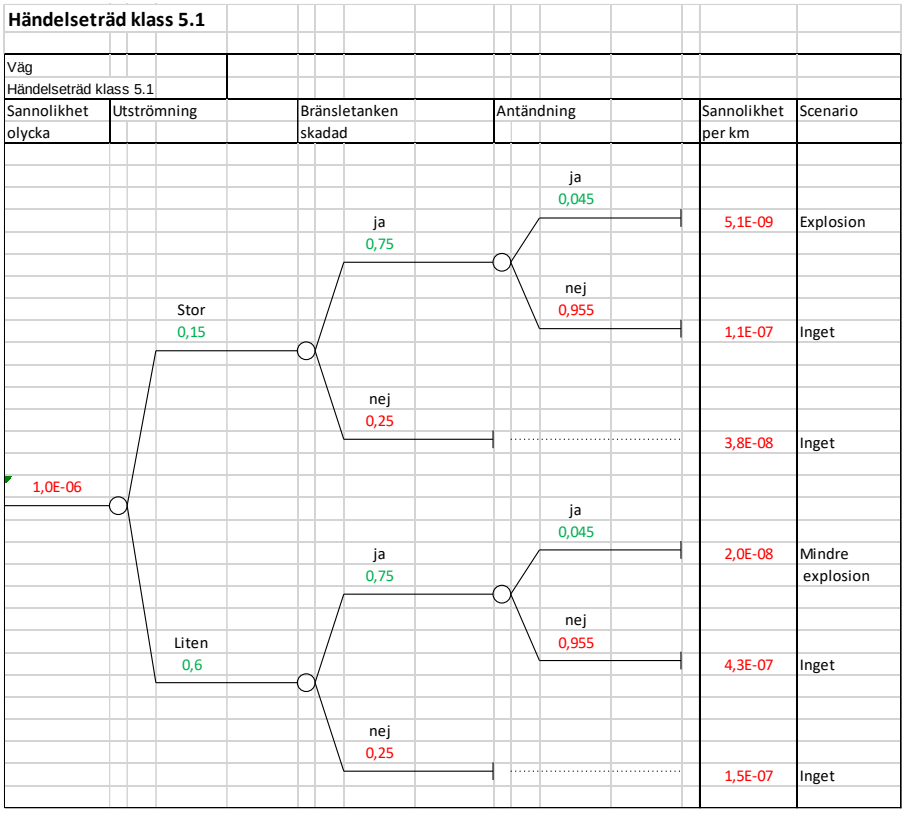
2.5 Klass 5.1

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 6. Händelseträd oxiderande ämnen i klass 5.1 som kan orsaka explosion.

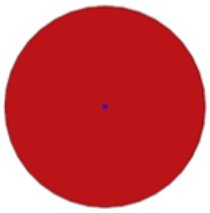
3. Konsekvenser av scenario

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

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

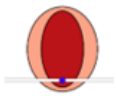
Det överlappande området är det område som påverkas av ett effektområde för de olika scenariona. Sannolikheter för omkomna (P) samt effektområdens form och storlek kan ses i *figur 8*. För klass 2.1, klass 2.2 och klass 3 har sannolikhet för omkomna och effektområdens storlek tagits från den nederländska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

Klass 1 och klass 5



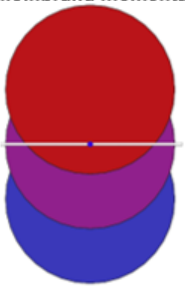
	Klass 1	Klass 5 stor	Klass 5 liten
Radie (begränsas av avstånd till första raden + bredd på byggnad)	130 meter	72 meter	57 meter
P (inne)	0,17	0,17	0,17
P (ute)	1	1	1

Jet



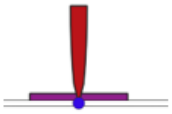
	Effektområde 1	Effektområde 2
Major axis (halva längd)	37 meter	40 meter
Minor axis (halva bredd)	20 meter	34 meter
Avstånd centrum	29,5 meter	29,5 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,5

Molnbrand momentan



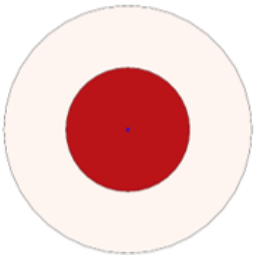
	Vind mot (röd cirkel)	Vind längs (lila cirkel)	Vind från (blå cirkel)
Radie	93 meter	93 meter	93 meter
Avstånd centrum	60 meter	0	-60 meter
P (inne)	1	1	1
P (ute)	1	1	1

Molnbrand kontinuerlig



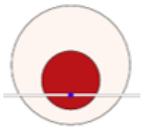
	Vind mot (röd yta)	Vind längs (lila yta)
Maximala längd	50 meter	50 meter
Maximala bredd	8,5 meter	5 meter
P (inne)	1	1
P (ute)	1	1

Gasexplosion momentan



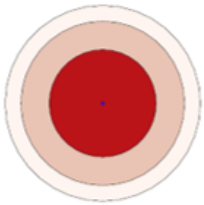
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	126 meter	252 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

Gasexplosion kontinuerlig



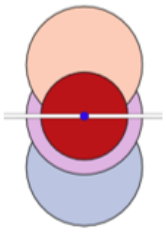
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	33 meter	67 meter
Avstånd centrum	16,5 meter	33,5 meter
P (inne)	1	0,025
P (ute)	1	0

BLEVE



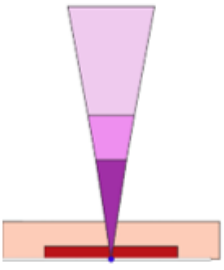
	Effektområde 1	Effektområde 2
Radie	80 meter	108 meter
P (inne)	1	0
P (ute)	1	0,3

Giftiga gaser momentan



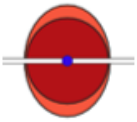
	Effektområde 1 (röd cirkel)	Effektområde 2, vind mot (beige cirkel)	Effektområde 2, vind längs (lila cirkel)	Effektområde 2, vind från (blå cirkel)
Radie	30 meter	40 meter	40 meter	40 meter
Avstånd centrum	0	35 meter	0	-35 meter
P (inne)	0,1	0,03	0,03	0,03
P (ute)	1	0,3	0,3	0,3

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 7. 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.

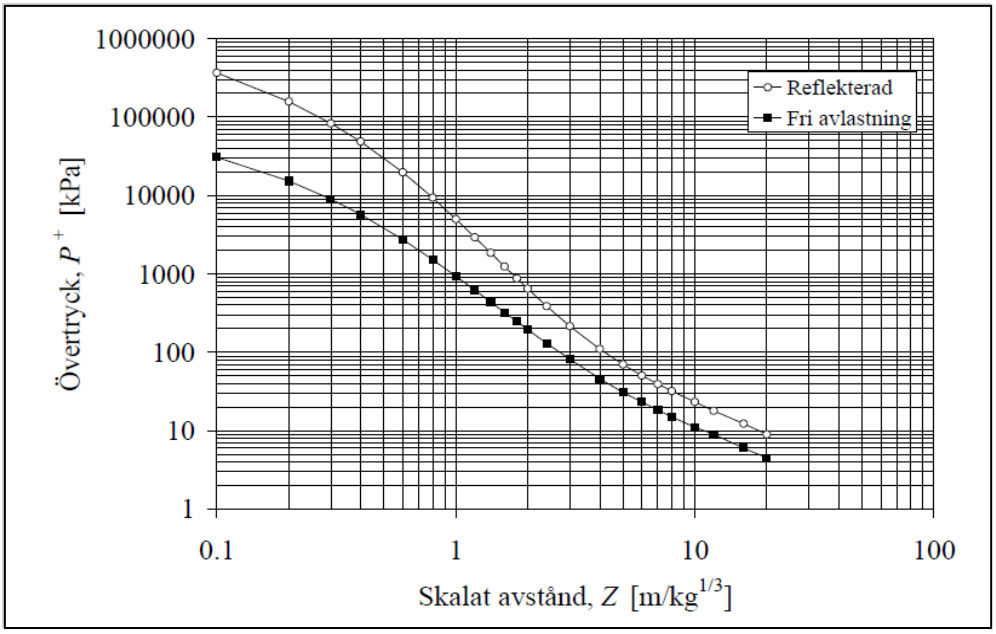
Explosionsstyrkan beräknas med hjälp av *figur 9 och 10* som tagits från rapporten Dynamisk lastpåverkan – Referensbok (SRV 2005). För en närmare förklaring av beräkningsmetoden hänvisas till denna rapport.

Z är det ska skalade avståndet enligt nedan

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

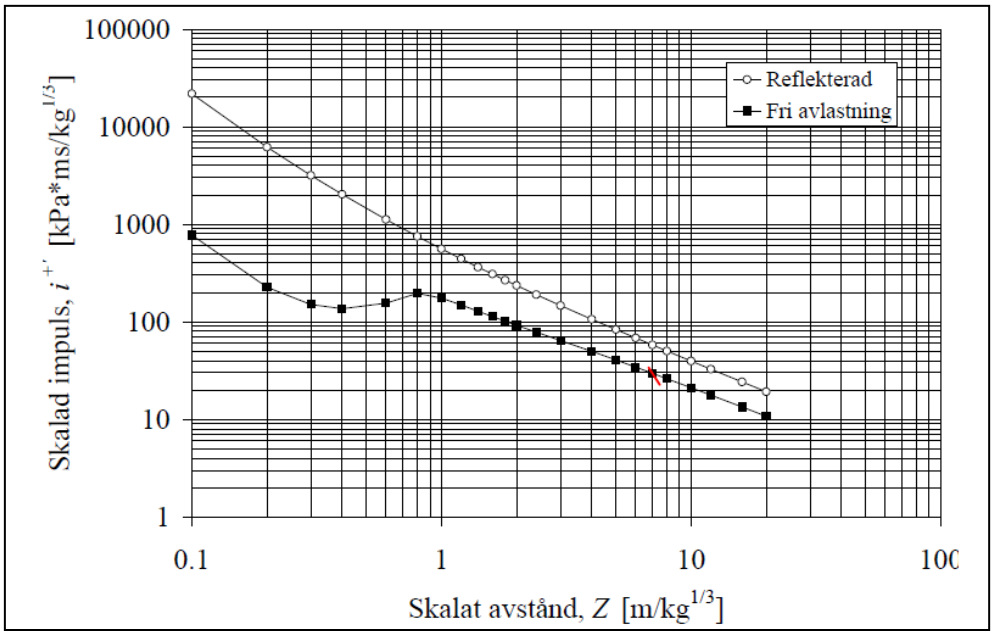
R = avstånd från explosionscentrum (m)
M = mängd sprängämne i explosionen (kg)

Figur 9 ger övertrycket p_+



Figur 8. 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 $M^{1/3} = 16000^{1/3} = 25{,}2$ kg$^{1/3}$.



Figur 9. Reflekterat och oreflekterat 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

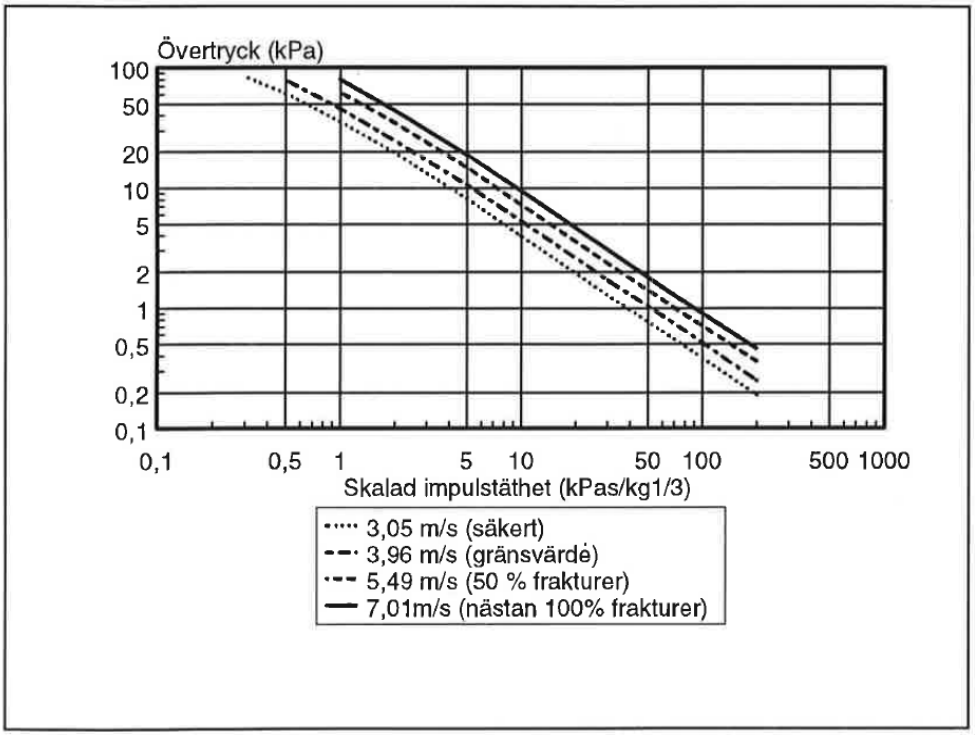
Direkta skador pga. tryck

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 skallskador. Enligt FOA får en person med kroppsvikt 70 kg skallfraktur på ca 50 m från explosionen, se *figur 11* och *tabell 1*. På 75 m har sannolikheten avtagit till 50 % och minskar till 10 % på ca 90 m.



Figur 10. 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

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 cirklarna inte är på transportvägen räknades bredden b(x) som maximala bredd fram till centrum.

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

Referenser

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

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 luftstötvåg, 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

Bilaga 2 Fasadutformning mot explosionslast

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning 1

Bakgrund 2

Förutsättningar 2

Explosionslast 3

Referenser 6

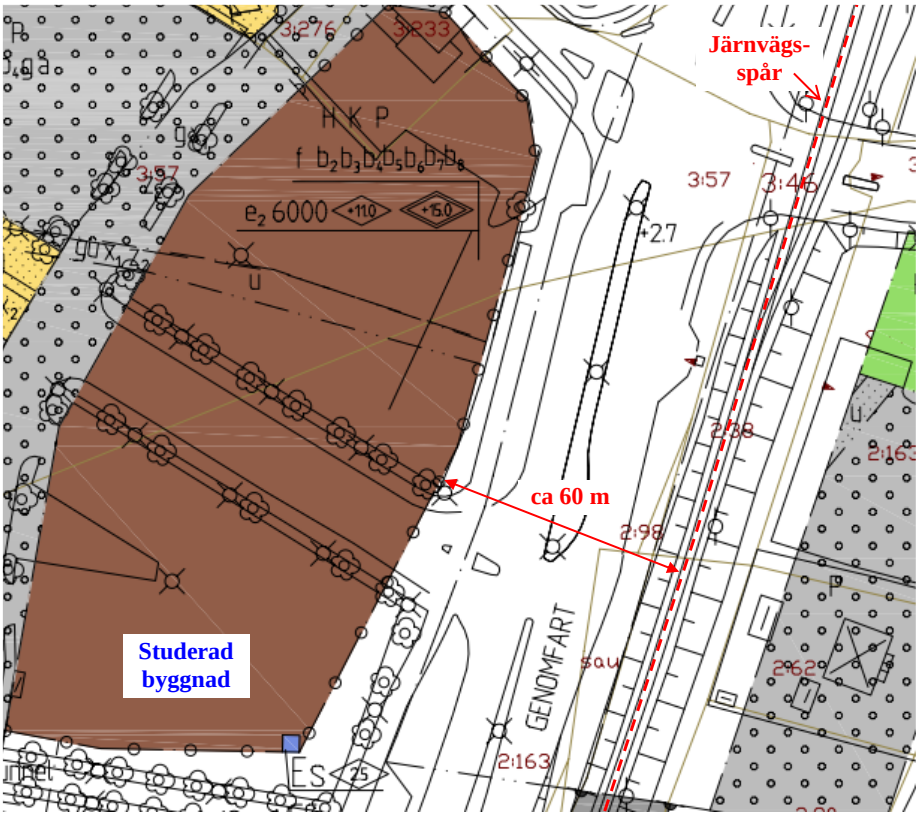
Bakgrund

Järnväg med transport av farligt gods går genom Stenungsund centrum. Vid uppförande av nya byggnader ska därför last från potentiell gasexplosion beaktas. Detta dokument beskriver kortfattat bakgrund och resonemang samt framtagna lastvärden för de explosionslaster som bedöms kunna uppstå.

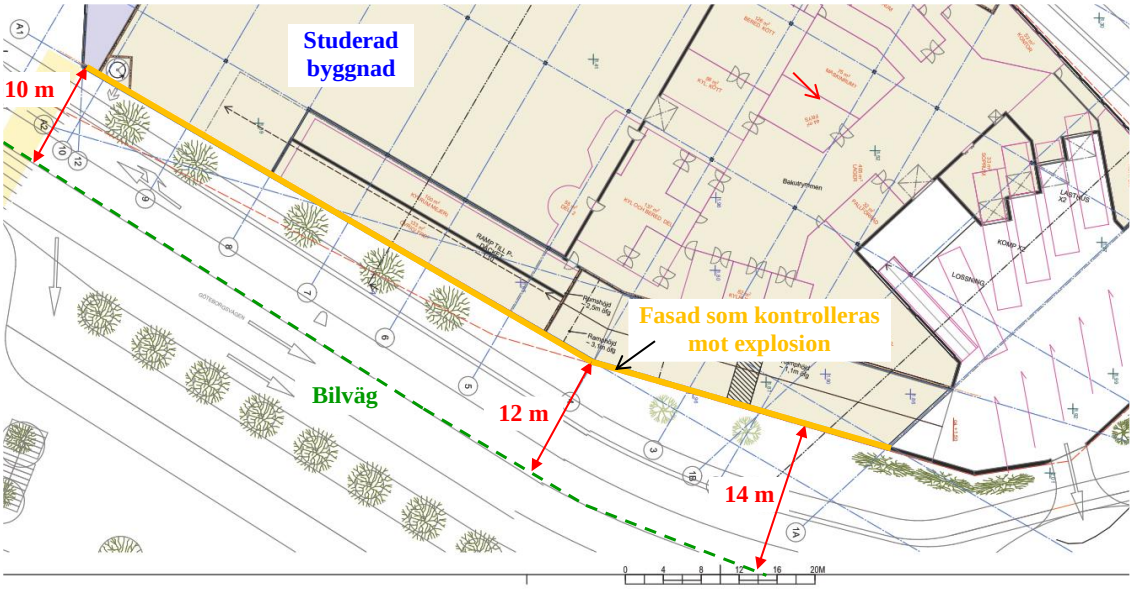
Förutsättningar

I Figur 1 illustreras järnvägens läge i förhållande till studerad byggnad och av detta framgår att kortaste avståndet mellan järnväg och fasad är omkring 60 m. Området däremellan utgörs till stor del av en bilväg (ej korrekt dragning i Figur 1). I Figur 2 visas bilvägens läge i förhållande till studerad byggnad och av detta framgår att avståndet i markerat område uppgår till omkring 10 - 14 m.

Enligt rådande detaljplan, SBK (2007), ska ”fasaden mot järnvägen göras tät (ev fönsterlös) och med ökad tryckstabilitet”. Detta tolkas här som att det är fasaden som löper parallellt med järnvägen, markerad med orange i Figur 2, som avses. Baserat på detta görs även tolkningen att det enbart är denna fasad som ska dimensioneras med hänsyn till explosion.



Figur 1 *Järnvägens läge i förhållande till studerad byggnad. För korrekt dragning av bilväg, se Figur 2.*



Figur 2 *Bilvägens läge i förhållande till studerad byggnad. Streckad linje markerar ungefärlig placering av vägmitt av båda körriktningarna. Fasad som ska kontrolleras mot explosionslast är markerad.*

Explosionslast

I litteraturen finns olika anvisningar om hur last från en gasexplosion kan beräknas. I det här dokumentet utgås från den så kallade TNO Multienergimetoden, van den Berg (1985), för att beräkna resulterande last. Närmare beskrivning av koncept och beräkningsgång finns också i Johansson (2013) och berörs endast övergripande här.

I TNO Multienergimetoden finns det tre parametrar som avgör vilken last som fås från en given gasexplosion:

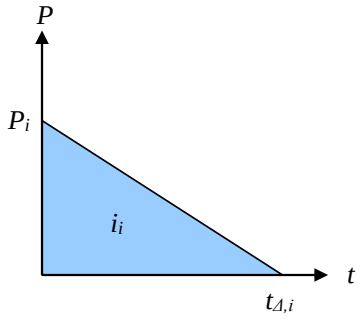
- Ingående stökiometriskt blandad gasvolym (explosionskällans energiinnehåll)
- Explosionsstyrka (anges med en styrkefaktor, graderad 1-10 där ett högt värde anger en kraftig explosion – 10 motsvarar en detonation)
- Avstånd mellan explosionscentrum och studerad punkt

I här utförd lastframtagning har utgåtts från tre fall enligt nedan:

- **Öppen yta: [V = 8 500 m^3, s = 2]**
  - Volymen baseras på ett område som motsvarar en cylinder med diameter 60 m (avstånd mellan järnväg och byggnadsfasad) och höjd 3 m (uppskattad höjd på gasmoln). Styrkefaktorn baseras på en gas som inte har hög reaktivitet samt med antagande om en omgivning utan några direkta blockeringar.
- **Blockerad volym: [V = 100 m^3, s = 5]**
  - Volymen baseras på ett blockerat område orsakat av ungefär 10 bilar medan styrkefaktorn baseras på en blockerad volym (gas samlas under bilar).
- **Starkt blockerad volym: [V = 50 m^3, s = 7]**
  - Volymen baseras på ett starkt blockerat område orsakat av ungefär 5 bilar medan styrkefaktorn baseras på en starkt blockerad volym (gas samlas under bilar under särskilt ogynnsamma förhållanden).

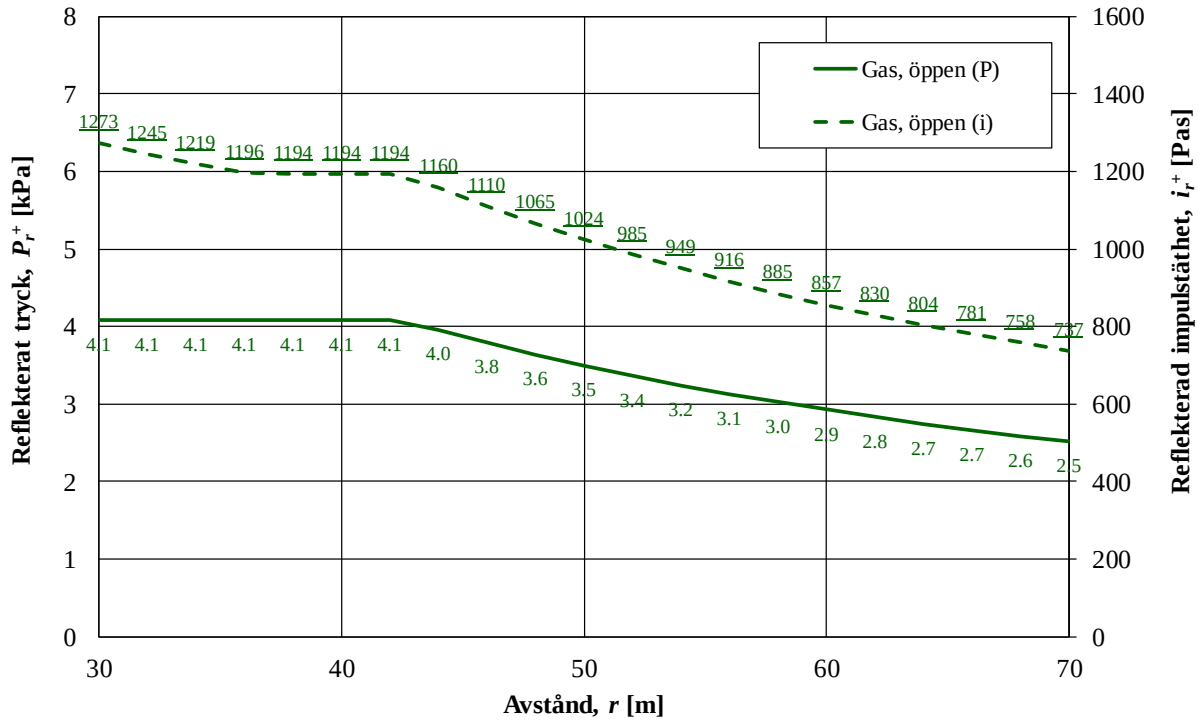
Explosionscentrum antas vara placerad i den aktuella volymens mitt. För en öppen yta fås detta i mitten av den antagna cylindern medan det för en blockerad och starkt blockerad volym hamnar i en linje motsvarande vägmitt hos bilväg, se Figur 2. Detta innebär att r = 30 m för en explosion på en öppen yta medan r = 10 - 14 m för de båda andra fallen.

Last från en gasexplosion kan förenklat beskrivas som ett triangelformat tryck-tidssamband enligt Figur 3 som kan beskrivas med egenskaperna maximalt övertryck P_1 samt impulstäthet i_1. Vid last från en explosion har det betydelse hur den inkommande stötvågen träffar den belastade ytan. Det skiljs här på reflekterad och oreflekterad stötvåg. Reflekterad stötvåg uppstår när stötvågen från en explosion inkommer vinkelrät mot den belastade ytan (t.ex. fasadvägg) medan en oreflekterad stötvåg uppstår när stötvågen kommer in parallellt med belastad yta (t.ex. tak). I detta dokument anges enbart last från reflekterad stötvåg – last från oreflekterad stötvåg kan vid behov konservativt bestämmas genom att halvera lasten från den reflekterade stötvågen.

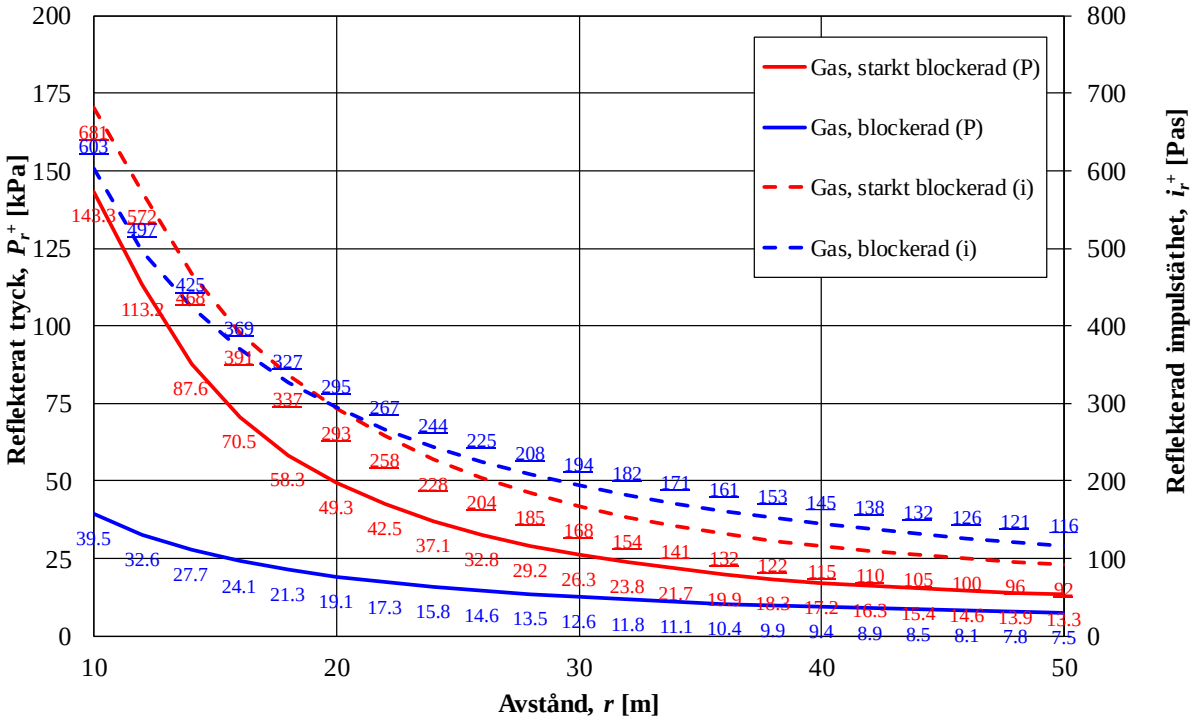


Figur 3 Triangulärt last-tidssamband från gasexplosion.

För här studerade fall återges lasten från en reflekterad stötvåg på varierande avstånd i Figur 4 och Figur 5. Last anges även för större avstånd än minimiavstånden för att möjliggöra lastbestämning på större sammanhängande ytor (t.ex. den totala last som verkar mot hela byggnadsfasaden).



Figur 4 Lastvärden för explosionslast från en gasexplosion på en öppen yta.



Figur 5 *Lastvärden för explosionslast från blockerad samt starkt blockerad gasexplosion.*

Referenser

van den Berg A.C. (1985): The multi-energy method – A framework for vapour cloud explosion blast prediction. Journal of Hazardous Materials, 12(1985), sida 1-10.

Johansson M. (2013): Gasexplosion i det fria. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Dokument B02-121, 2013-03-11, Karlstad.

SBK (2007): Detaljplan för Stenungs torg V, Stenungsunds kommun. DP 259, 2007-04-04.

Dokument utgivna av MSB kan laddas ner gratis på www.msb.se/skyddsrum.