

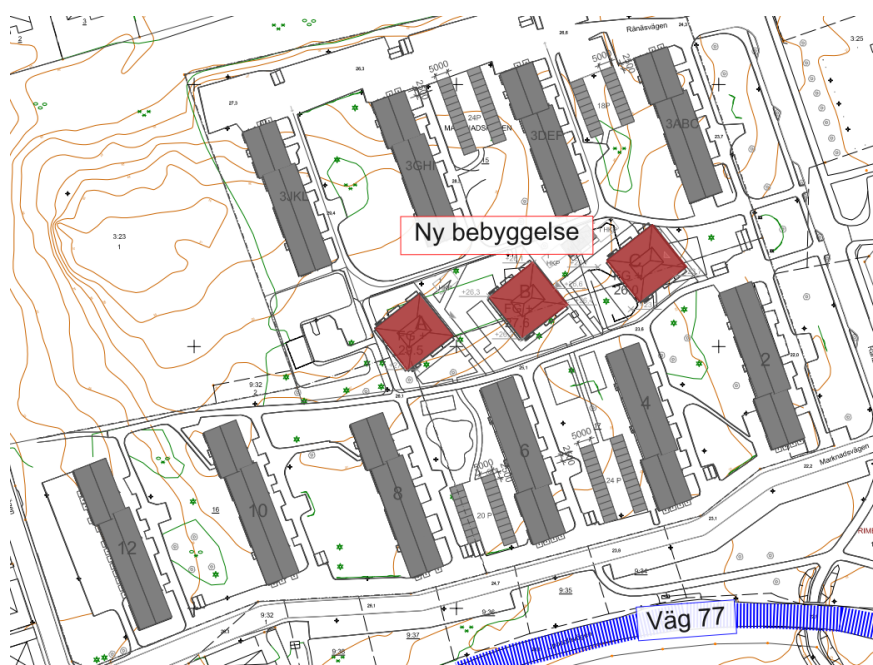
RAPPORT

CENTRUMFASTIGHETER I NORRTÄLJE AB

Rimbo Riskutredning Marknadshagen

UPPDRAGSNUMMER 13011344

DETALJERAD RISKUTREDNING: BERÄKNINGAR AV INDIVIDRISK OCH SAMHÄLLSRISK MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS PÅ VÄG 77 INTILL DETALJPLAN I RIMBO



SLUTVERSION

2020-07-02

RISKHANTERING & BESLUTSSTÖD

Sweco Environment AB

Jennifer Wolsing
Martin Bjarke

Sammanfattning

Norrtälje kommun har översänt en detaljplan för ett område i Rimbo till Länsstyrelsen för samråd. Planen syftar till att pröva förtätning av ett befintligt bostadsområde vid fastigheterna Marknadshagen 15-17. Planförslaget innebär cirka 60 bostäder fördelat på föreslagna tre punkthus i fem våningar. Planområdet omfattar även ca 270 bostäder i befintliga lamellhus (flerbostadshus). Området är lokaliserat i närheten av väg 77 som är en rekommenderad primär led för transporter av farligt gods.

Syftet med denna riskutredning är att beskriva risknivåer med avseende på farligt gods från väg 77 vid planering av nya bostäder enligt detaljplan i Rimbo.

Enligt beräkningarna ligger individrisken inom ALARP-området (där rimliga riskreducerande åtgärder kan vara motiverade). Även samhällsrisknivån i området ligger inom ALARP-området och denna påverkas inte betydande av den nya planerade bebyggelsen. Detta då ett 60-tal nya bostäder inte ökar persontätheten betydligt och då ett konservativt antagande redan har gjorts då beräkningarna baseras på en persontäthet på 10 000 personer per kvadratkilometer i nuläget.

Bostäderna enligt förslaget bedöms kunna etableras utan att leda till oacceptabelt hög risknivåtotalt sett för området. Åtgärder som inte innebär några större kostnader eller andra negativa effekter kan dock vara motiverat även om beräknade risknivåer är relativt låga.

För ny bebyggelse ska följande riskreducerande åtgärder genomföras (med avseende på bland annat rimlighetsprincipen beskrivet i avsnitt 2.4 samt beräknade risknivåer):

- a) Friskluftsintag placeras tak eller på fasad som inte vetter mot väg 77 inom 150 meter från vägen.
- b) Det ska vara möjligt att utrymma bort från väg 77 inom 150 meter från vägen.

Det ska inte vara tillåtet att placera byggnader inom 30 meter från väg 77.

Vid ändring av befintliga byggnader kan kostnaden för att genomföra ovan åtgärder vara orimligt högt. För befintlig bebyggelse bedöms det i nuläget inte krävas några riskreducerande åtgärder. Detta då det generellt accepteras en högre risknivå för befintlig bebyggelse men även då beräknade risknivåer för samhällsrisk och individrisk visar på acceptabla risknivåer med rimliga riskreducerande åtgärder. Planbestämmelser med ovan krav kan begränsa ändringar av befintlig bebyggelse.

Om väg 77 får en ny sträckning, som innebär att vägen genom Rimbo inte blir en rekommenderad led för farligt gods, bedöms inga av de föreslagna åtgärderna vara motiverade.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och mål	1
1.2	Riskdefinition	1
1.3	Omfattning och avgränsningar	3
1.4	Genomförande	3
2	Styrande och vägledande dokument	5
2.1	Plan- och bygglagen	5
2.2	Miljöbalken	5
2.3	Väglagen	5
2.4	Värdering av risk	5
2.5	Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer för farligt gods	8
3	Områdesbeskrivning	9
4	Riskidentifiering	11
5	Riskenivåer och riskvärdering	13
5.1	Individrisk	13
5.2	Samhällsrisk	15
5.3	Diskussion kring beräknade riskenivåer	18
5.4	Osäkerheter och känslighetsanalys	18
6	Riskreducerande åtgärder	23
6.1	Diskussion kring riskreducerande åtgärder	23
7	Slutsats och rekommendationer	27
8	Referenser	29
	Bilagor	
	Bilaga A	
	Bilaga B	

1 Inledning

Norrtälje kommun har översänt en detaljplan för ett område i Rimbo till Länsstyrelsen i Stockholms län för samråd. Planen syftar till att pröva förtätning av ett befintligt bostadsområde vid fastigheterna Marknadshagen 15-17. Planförslaget innebär cirka 60 bostäder fördelat på föreslagna tre punkthus i fem våningar. Planområdet omfattar även ca 270 bostäder i befintliga lamellhus (flerbostadshus). Området är lokaliserat i närheten av väg 77 som är en rekommenderad primär led för transporter av farligt gods

Länsstyrelsen har i yttrande till detaljplanen påtalat att kommunen behöver bedöma risken för olyckor som närheten till väg 77 innebär då avståndet mellan bebyggelse och transportleden är kortare än 150 meter. Länsstyrelsen anser även att riskbilden för de befintliga byggnaderna behöver ingå i beskrivningen av riskbilden i planområdet eftersom detaljplanen berör även de befintliga bostäderna.

Utifrån kraven i plan- och bygglagens andra kapitel ska kommunen göra en lämplighetsprövning av översiktsplaner, detaljplaner, ansökningar om bygglov och förhandsbesked. Lokalisering av bebyggelse och verksamheter ska vara lämplig utifrån beskaffenhet, läge och behov. Frågor gällande människors hälsa, säkerhet och risker för dessa är centrala vid en lämplighetsprövning.

Farligt gods är ämnen och produkter som på grund av sina farliga egenskaper omfattas av särskilda krav vid transport (exempelvis krav på skyltning av fordonet). Det kan gälla egenskaper som vid en olycka eller felaktig hantering utgör en fara för människor, miljö eller egendom. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Att uppnå en tillfredsställande säkerhetsnivå vid fysisk planering intill leder där det transporteras farligt gods kan uppnås på olika sätt, exempelvis genom att upprätthålla ett visst skyddsavstånd eller genom att genomföra byggnadstekniska åtgärder.

1.1 Syfte och mål

Målet med denna riskutredning är att beskriva risknivån med avseende på farligt gods från väg 77 genom Rimbo. Vid behov ska riskreducerande åtgärder rekommenderas för att acceptabel risknivå ska uppnås. Riskbedömningen innefattar en bedömning av riskerna där platsspecifika risknivåer beräknas.

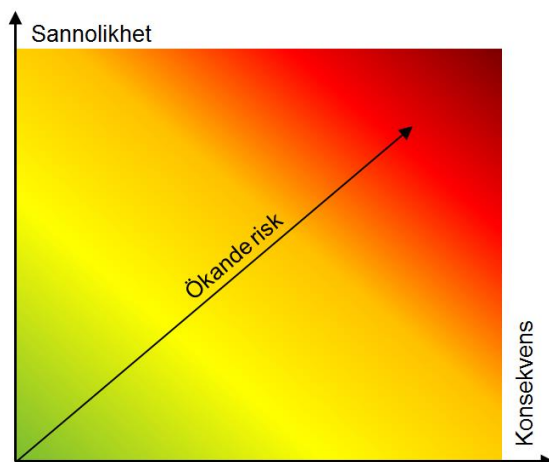
Syftet är att den planerade bebyggelsen inte ska leda till en riskexponering för människor som ligger över vad som normalt betraktas som tillfredsställande i Sverige.

1.2 Riskdefinition

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att den oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 1 illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse. I rapporten används begreppet individrisk som beskriver

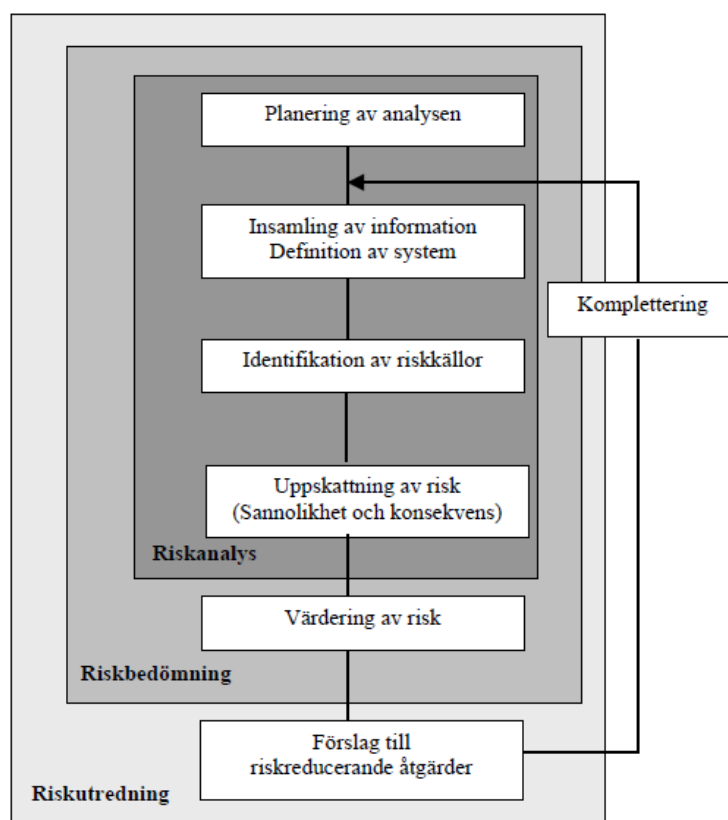
sannolikheten per år för att dödlig skada ska uppstå på olika avstånd från riskkällan. Det kan alltså tolkas som sannolikheten för att en oskyddad individ omkommer om den står på en viss plats under ett helt år.

I begreppet samhällsrisk tas hänsyn till hur många personer som antas vara exponerade för dödlig skada och den beskriver sannolikheten per år för att en eller flera människor omkommer.



Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

I denna rapport tillämpas principerna för riskutredning så som de betecknas i Sprängämnesinspektionens föreskrift (2000), se Figur 2.



Figur 2. Visar principschema för riskutredning (Spränggämnesinspektionen, 2000).

1.3 Omfattning och avgränsningar

Arbetet omfattar risken från farligt gods på väg 77 genom Rimbo. Väg 77 är statlig med Trafikverket som väghållare. Riskutredningen omfattar risker förknippade med allvarliga olyckor på väg som kan påverka planerad bebyggelse i omgivningen. Fokus är alltså att utreda olycksrisker, med avseende på farligt gods, för personer som befinner sig inom aktuellt område i Rimbo intill väg 77.

Följande ingår ej i arbetet:

- Risker för skada på egendom eller miljö.
- Arbetsmiljörisker eller risker som drabbar trafikanter eller resenärer.
- Exponering för mer långsiktiga hälsorisker såsom buller, vibrationer, luftföroreningar eller elektromagnetiska fält.

1.4 Genomförande

Riskutredningen har genomförts i följande steg:

- Beskrivning av nuvarande och framtida förhållanden avseende vägfordon och transporter med farligt gods. Detta omfattar beskrivning av vilka typer och mängder farligt gods som är aktuella.
- En uppskattning av risknivån utifrån ovanstående underlag genom modellberäkningar och expertbedömningar.
- Beräknade risknivåer värderas mot relevanta kriterier (avsnitt 2.4) och därefter föreslås strategier för hur dessa risker kan hanteras vid fysisk planering i planområdet.

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods och olika händelseförlopp vid en olycka redovisas i bilaga A. Frekvensberäkningarna beskriver bland annat hur ofta en vägolycka med farligt gods förväntas inträffa. Konsekvensberäkningar för respektive scenario redovisas mer utförligt i bilaga B.

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i åtskilliga riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat modeller för att beräkna risknivåer. I dessa utredningar har konsekvensavstånd beräknats. Även Sweco har utfört beräkningar av detta slag.

Genom att använda konsekvensavstånd för liknande scenarier från olika riskutredningar har Sweco utarbetat en modell där hänsyn tas till olika metoder att genomföra konsekvensavståndsberäkningar. Detta ger en riskmodell för transporter av farligt gods som innehåller ett stort antal experters bedömningar.

Beräkningar på individrisk och samhällsrisk har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 5 000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar känsligheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

2 Styrande och vägledande dokument

2.1 Plan- och bygglagen

I Plan- och bygglagen (2010:900) anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor.

Planläggning och prövningen i ärenden om lov eller förhandsbesked enligt lagen ska syfta till att mark- och vattenområden används för det eller de ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov. Företråde ska ges åt sådan användning som från allmän synpunkt medför en god hushållning.

2.2 Miljöbalken

Miljöbalken syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta innebär bland annat att balken ska tillämpas så att människor och miljön skyddas mot skador.

2.3 Väglagen

I närheten av allmänna vägar ska byggnader och andra föremål som kan påverka trafiksäkerheten undvikas. I väglagen anges att:

"Inom ett avstånd av tolv meter från ett vägområde får inte utan länsstyrelsens tillstånd uppföras byggnader, göras tillbyggnader eller utföras andra anläggningar eller vidtas andra sådana åtgärder som kan inverka menligt på trafiksäkerheten. Länsstyrelsen kan, om det är nödvändigt med hänsyn till trafiksäkerheten, föreskriva att avståndet ökas, dock högst till 50 meter".

2.4 Värdering av risk

I Räddningsverkets rapport *Värdering av risk* (1997) diskuteras hur risker ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier.

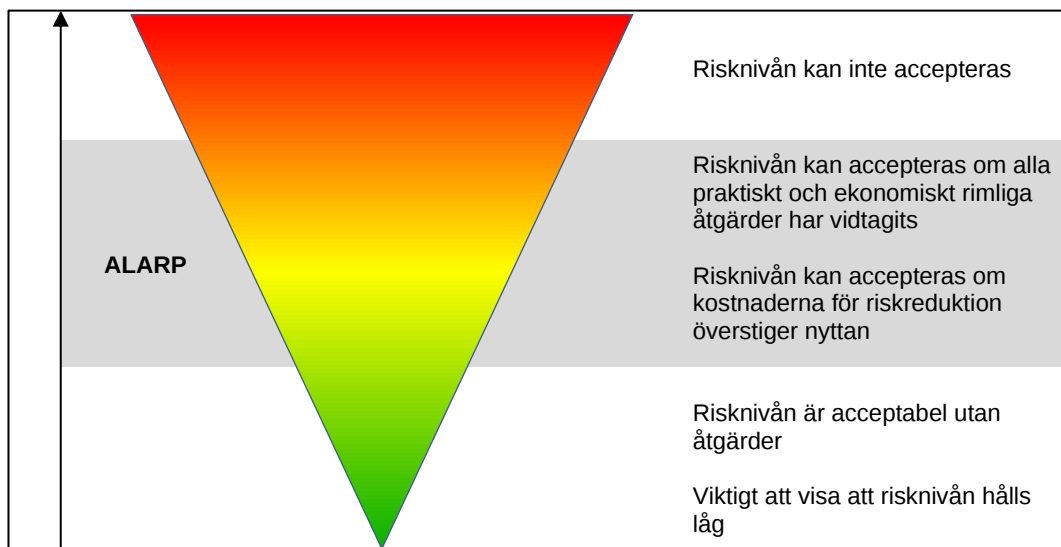
Rimlighetsprincipen: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

Proportionalitetsprincipen: De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.

Fördelningsprincipen: Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

Principen om undvikande av katastrofer: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

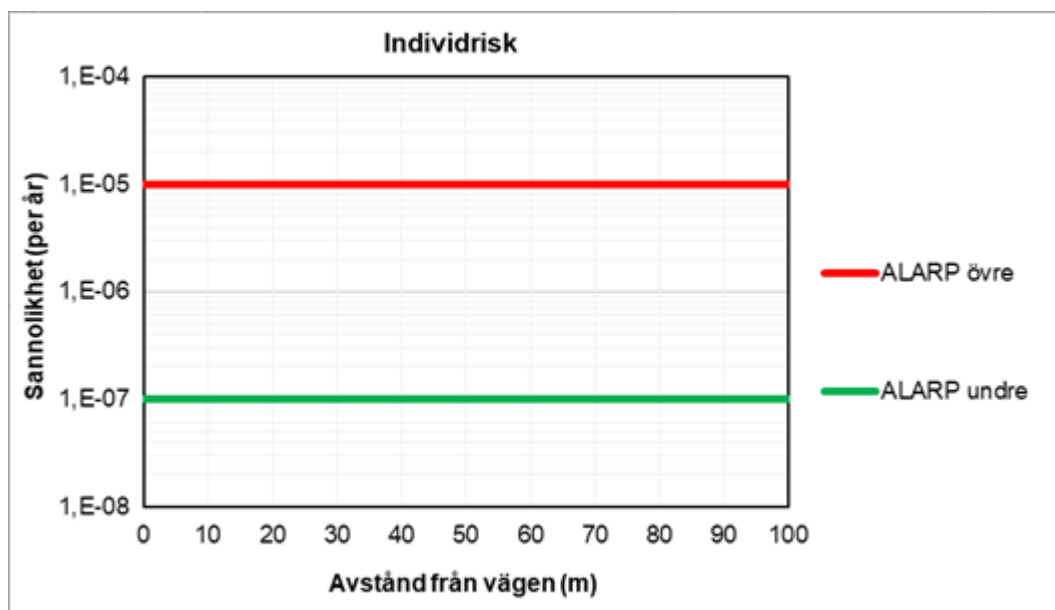
I rapporten presenteras även ALARP-konceptet (As Low As Reasonably Practicable), vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer (se Figur 3).



Figur 3. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

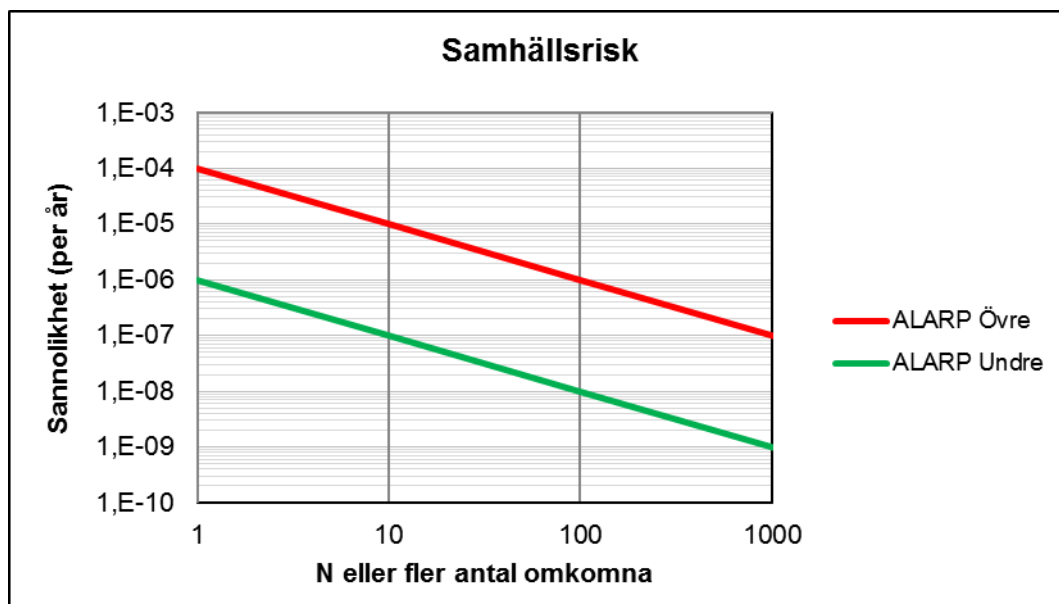
I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk från farlig verksamhet och transporter. Dessa har kommit att bli de riskkriterier som regelmässigt används för att värdera risk i Sverige, även om de ursprungligen var tänkta som ett underlag för diskussion. Om risknivån ligger under ALARP-området behövs i regel inga riskreducerande åtgärder. Om risknivån ligger inom ALARP ska ekonomiskt och praktiskt rimliga riskreducerande åtgärder vidtas för att risknivån ska anses vara acceptabel, se Figur 3 ovan.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år, se Figur 4.



Figur 4. Förslag till kriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

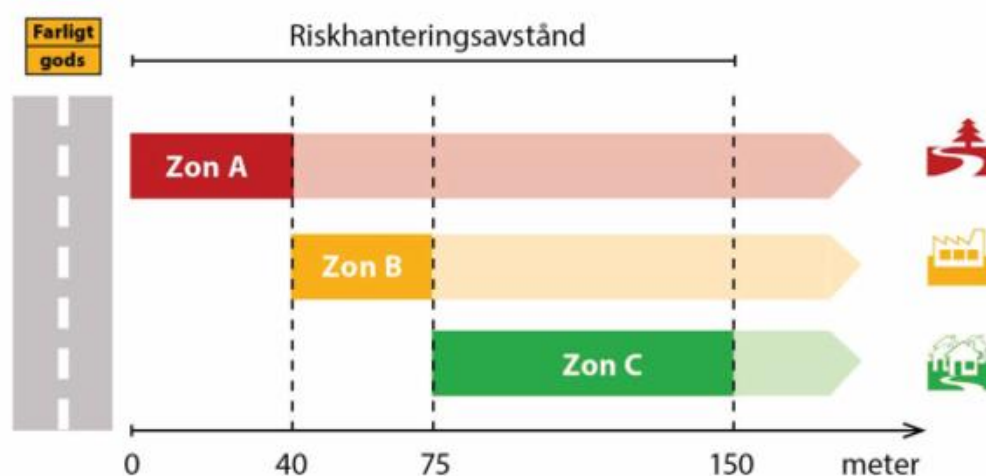
För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år. En lutning på linje för fler dödsfall föreslås vara -1. Sammantaget ger detta kriterier enligt Figur 5.



Figur 5. Förslag till kriterier för samhällsrisk (Räddningsverket, 1997).

2.5 Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer för farligt gods

Länsstyrelsen i Stockholms län (2016) har tagit fram riktlinjer för lämplig markanvändning intill transportleder för farligt gods. I dessa riktlinjer anges rekommenderade skyddsavstånd som bör upprätthållas för att uppnå en god samhällsplanering i Stockholms län (Figur 6). Länsstyrelsen i Stockholms län anser att skyddsavstånd generellt är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Länsstyrelsen i Stockholms län menar att *"det överensstämmer dessutom med de lokaliseringsprinciper som finns i lagstiftningen. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten för att en sådan olycka ska inträffa."*



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

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

3 Områdesbeskrivning

Rimbo är en attraktiv ort med goda förutsättningar för att utvecklas. Enligt en fördjupad översiktsplan kan befolkningen uppgå till 6 000 invånare inom snar framtid då det finns goda kommunikationer till Stockholm, Arlanda och Uppsala (Norrtälje kommun, 2013).

Rimbo är en tätort som hör till Norrtälje kommun. Väg 77 passerar genom tätorten. Landskapet är relativt flackt och bostäder ligger nära vägen som redan idag har problem med olyckor och köbildning. Orten växer vilket innebär att trafiksituationen kan komma att förvärras ytterligare i framtiden. Den ökande godstrafiken till och från Kapellskärs hamn öster om Norrtälje har ökat den tunga lastbilstrafiken på riksväg 77. Det finns planer på att trafiken ska ledas utmed en ny förbifart utanför samhället.

Enligt Norrtälje kommun uppkom trafikmängden till ca 5 400 ÅDT år 2018 där 10 % utgjordes av tung trafik (Norconsult, 2020). En prognos finns för år 2040 där trafikmängden bedöms kunna uppgå till ca 12 200 ÅDT varav 10 % utgörs av tung trafik. Hastigheten på sträckan är idag 50 km/h (Trafikverket, 2020).

Persontätheten uppgår idag till ca 2 000 inv/km² (SCB, 2015) på aktuellt planområde och i hela tätorten bor ca 5 000 invånare (SCB, 2020).

Figur 7 illustrerar de skyddsavstånd som föreslås i Stockholms läns riktlinjer för bebyggelse i aktuellt planområde. Figuren visar att det finns befintliga bostäder närmare än 75 meter, men den planerade nybebyggelsen kommer placeras på acceptabelt avstånd.



Figur 7. Illustration över de olika skyddsavstånden enligt riktlinjer från Stockholms län. Väg 77 illustreras i gul färg, 40 m skyddsavstånd i rött, 75 m i orange och 150 m i grönt. Bostäder kan placeras inom grönt område enligt riktlinjerna. De 3 nya flerbostadshusen om högst 5 våningar (ca 60 bostäder) planeras inom ellipsen ritad med streckad blå linje.

Området är relativt flackt och består av bostäder med tillhörande trädgårdar och grönområden. Det finns befintliga bostäder inom det rekommenderade skyddsavståndet.

Utrymmet mellan väg och bostäder är begränsat. Bostäderna är redan idag utsatta för buller och luftföroreningar och olycksstatistiken visar att olycksrisk och skadeföljd är onormalt hög jämfört med liknande vägar (Trafikverket, 2012).

Det finns planer på att vägen i framtiden ska dras utanför samhället vilket kommer förbättra situationen för dessa bostäder ur flera aspekter. Arbetet med vägplanen förbi Rimbo har varit pausat då Trafikverket utrett ett förslag från Lantbrukarnas Riksförbund om en alternativ sträckning. Arbetet fortsätter, enligt Trafikverket, med att hitta en lösning som kan bli bra för de boende, naturen och trafiksäkerheten. De planerar att presentera ett nytt eller förändrat förslag till korridor under 2020 (Trafikverket, 2019).

10(29)

RAPPORT
2020-07-02
SLUTVERSION
RIMBO RISKUTREDNING MARKNADSHAGEN

4 Riskidentifiering

Denna riskutredning omfattar allvarliga olyckor som kan inträffa på väg och orsaka allvarlig skada eller dödsfall hos människor som på grund av vistelse i eller vid bebyggelse befinner sig i närheten till led för transport av farligt gods. Följande olyckor har identifierats som relevant att analysera:

- Trafikolycka med lastbil som är lastad med farligt gods med efterföljande olycka med farligt gods.

Vägfordon kan vid en trafikolycka lämna vägbanan och då kollidera med närliggande byggnader eller människor som vistas i vägens närhet. Avåkningsolyckor stannar normalt mycket nära vägen och för att en allvarlig olycka som påverkar omgivningen ska uppstå behöver vägen ligga betydligt högre än omgivningen.

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Vissa ämnen utgör en mer akut risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

MSB ger ut föreskrifter för transport av farliga ämnen, för järnväg benämns dessa RID-S¹ och för väg ADR-S². Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport, se huvudklasserna i *Tabell 1*.

Tabell 1. Klasser av farligt gods enligt ADR-S/RID-S.

Klass	Ämnen	Klass	Ämnen
1	Explosiva ämnen	5.1	Oxiderande ämnen
2.1	Brandfarliga gaser	5.2	Organiska peroxider
2.2	Icke giftiga, icke brandfarliga gaser	6.1	Giftiga ämnen
2.3	Giftiga gaser	6.2	Smittförande ämnen
3	Brandfarliga vätskor	7	Radioaktiva ämnen
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	8	Frätande ämnen
4.2	Självantändande ämnen	9	Övriga farliga ämnen och föremål
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten		

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser på så långa avstånd att det är relevant avseende fysisk planering intill transportleden. Därför är det dessa klasser som ingår i beräkning av risknivåer nedan.

¹ MSBFS 2016:7, RID-S 2016. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

² MSBFS 2016:8, ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

Det finns i dagsläget inte tillräcklig platsspecifik statistik över vilka klasser som transporteras på olika sträckor i Sverige. Vid öppnande eller stängning av olika verksamheter kan dessutom fördelningen snabbt ändras och det bedöms därför vara mest rimligt att räkna på generell statistik i Sverige om inte det framkommer att det finns särskild anläggning med vissa transporter som bör viktas in i statistiken.

Statistik för Sverige visar att av antalet körda kilometer utgör ca 3 % av transporter med farligt gods³. Detta varierar något mellan åren, ett intervall på 3–3,5 % har använts i beräkningarna, med en fördelning per klass enligt Tabell 2. I statistiken anges värden för klass 2 inte uppdelat på undergrupperna 2.1, 2.2 och 2.3. Andelen brandfarlig och giftig gas av klass 2 uppskattas därför från den kartläggning av transporter med farligt gods som genomfördes av Räddningsverket 2007, där klass 2.1 och 2.3 anges utgöra ca 24 % respektive 0,16 % av klass 2.

Tabell 2. Fördelningen av antalet körda kilometer i Sverige per respektive ADR-klass.

	Andel av totala antalet körda km
ADR 1 – Explosiva ämnen	0,03 %
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	6,9 %
ADR 2.3 - Giftig gas	0,046 %
ADR 3 - Brandfarlig vätska	47 %
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	2,2 %

Transporter på väg ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på tankar och behållare. Dessas utformning utgör därför i sig en teknisk riskreducerande barriär.

Utsläpp av farligt gods kan ske på flera sätt, exempelvis genom mekanisk påverkan i samband med avåkning, kollision mellan fordon, läckage från felaktiga tankar eller genom sabotage och terrorism.

Läckage från tankar eller behållare kan förekomma och om det inte upptäcks i tid kan det i värsta fall ge upphov till eskalerande förlopp med allvarliga konsekvenser. Läckage från vagnar bedöms dock i första hand vara en risk som är relevant att hantera på anläggningar där fordonen parkeras och i samband med lastning och lossning.

Sabotage och terrorism riktat mot lastbilar med farligt gods har lyckligtvis, hittills, inte inträffat i någon omfattning som gör det möjligt att uppskatta sannolikheten för detta.

Risken analysen utgår därmed från att trafikolyckor (både singelolyckor och olyckor med flera fordon) är den grundläggande händelse som kan leda till olycka där farligt gods kan utgöra en fara för omgivningen. I Sverige inträffar varje år trafikolyckor med lastbilar som transporterar farligt gods, i de flesta fall utan några allvarliga effekter på omgivningen.

³ Statistik hämtats på Trafikanalys hemsida för åren 2014-2017. <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>

Utsläpp av farligt gods sker, men är vanligen inte allvarligare än att det kan hanteras av räddningstjänst eller saneringsfirmor.

5 Risknivåer och riskvärdering

Nedan redovisas beräknade individ- och samhällsrisknivåer för bebyggelse intill väg 77 i Rimbo. Individrisk beräknas alltid utan hänsyn till skyddsåtgärder. Samhällsrisk som redovisas i denna utredning gäller före eventuella riskminskande åtgärder beaktats.

Med hänsyn till att beräknade risknivåer ska ligga till grund för generella rekommenderade skyddsavstånd för olika typer av bebyggelse redovisas efter varje riskkälla en kort riskvärdering.

Detaljer kring frekvensberäkningar och konsekvensavstånd redovisas i Bilaga A och B.

5.1 Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten för dödliga skador på ett visst avstånd från en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk beskriver en teoretisk risk för en individ som står på samma plats under ett år. Individrisken presenteras i denna riskutredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som en funktion av avståndet från riskkällan.

Individrisk beror endast på riskkällan och påverkas inte av hur den omgivande bebyggelsen ser ut.

För att beräkna individrisk används följande formel:

$$P_{olycka} \times P_{utsläpp|olycka} \times P_{scenario|utsläpp} \times P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$$

Där

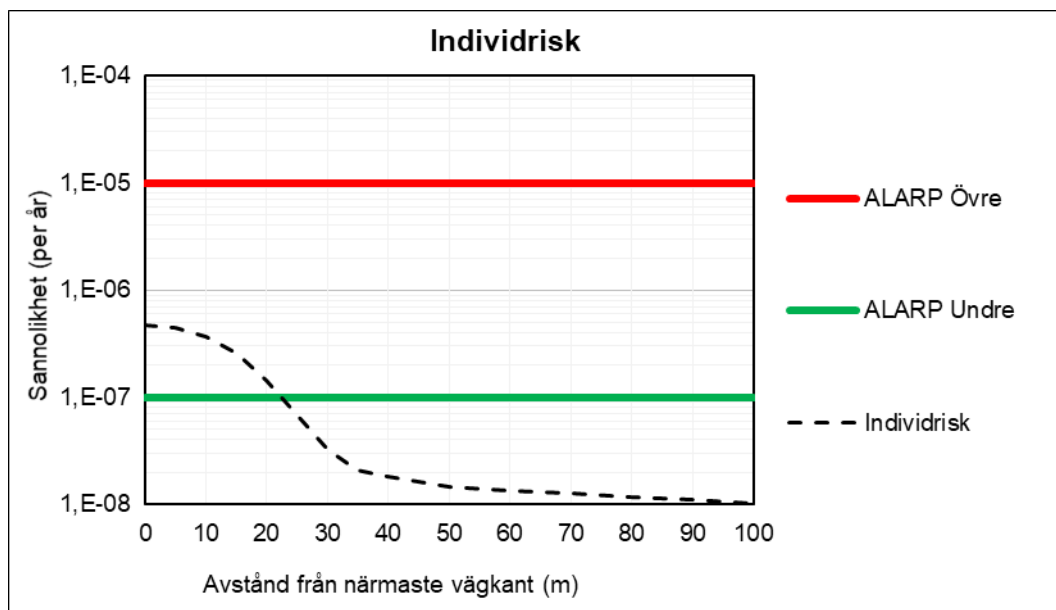
P_{olycka}	är sannolikheten för en lastbilsolycka per år (förväntad frekvens)
$P_{utsläpp olycka}$	är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en lastbilsolycka inträffar
$P_{scenario utsläpp}$	är sannolikheten för ett visst scenario (explosion, brand etc.) givet att utsläpp har skett
$P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$	är sannolikheten att en viss punkt på ett visst avstånd från banan ligger inom konsekvensavståndet.

Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av väg 77 redovisas i Figur 8. Beräkningarna visar att individrisken är inom ALARP-området⁴, det vill säga

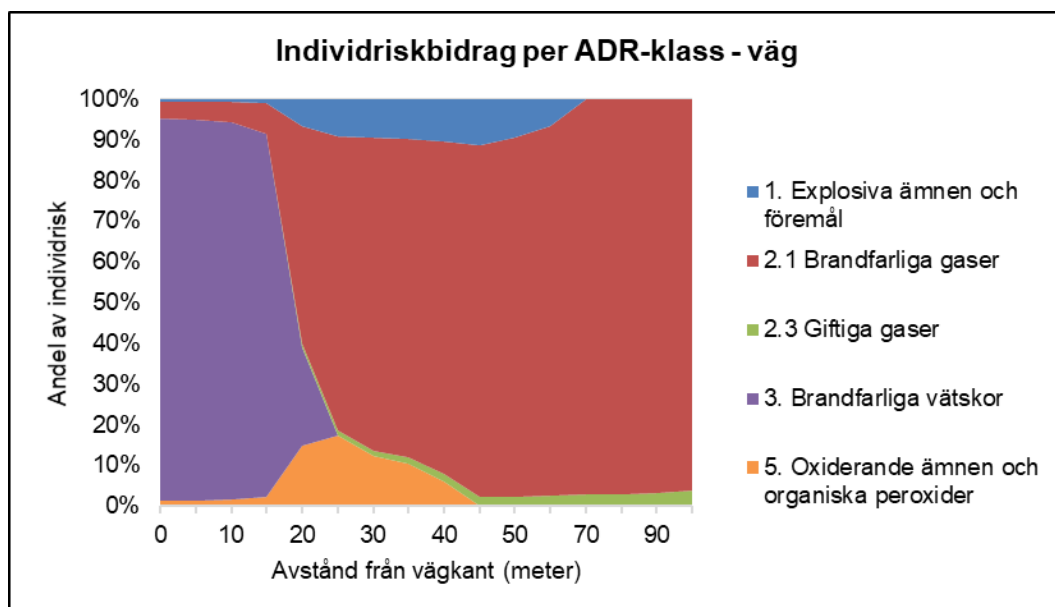
⁴As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas. I Figur 9 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från väg 77.

I Figur 9 kan ses att inom cirka 20 meter från väg 77 utgörs riskbidraget främst av risken från brandfarliga vätskor och bortom det utgörs individrisken främst av risken från brandfarlig gas.



Figur 8. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods på väg 77 för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 9. Individriskbidrag per ADR-klass från farligt gods som transporteras på väg 77, fördelat på olika avstånd från vägen.

5.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma vid en olycka. Hänsyn tas då till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersontätheten. Samhällsrisk påverkas av hur omgivningen bebyggs.

Samhällsrisk presenteras i ett så kallat F/N-diagram (Frequency of accidents/Number of fatalities). I F/N-diagrammet kan sannolikheten avläsas för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan.

Samhällsrisk har beräknats inom ett område på 150 meter från vägen. Att hålla nere persontätheten för att minska samhällsrisk är en möjlig åtgärd och därför redovisas effekten av olika avstånd och olika persontätheter.

Beräkningarna utgår från tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²).

En medelstor svensk tätort har en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 4 000 personer/km². I Malmös innerstad är befolkningstätheten som jämförelse mellan ca 6 000 och 10 000 personer/km². Även i Malmös innerstad finns dock en del obebyggda ytor såsom gator, torg och parker. I större kontorslandskap och flerbostadshus kan dock persontätheten på en mindre yta bli mycket större än 10 000 personer/km². Som ett konservativt antagande används en persontäthet på 10 000 personer/km² för Rimbo. Detta så att områden kan förtätas ytterligare i framtiden om det blir aktuellt.

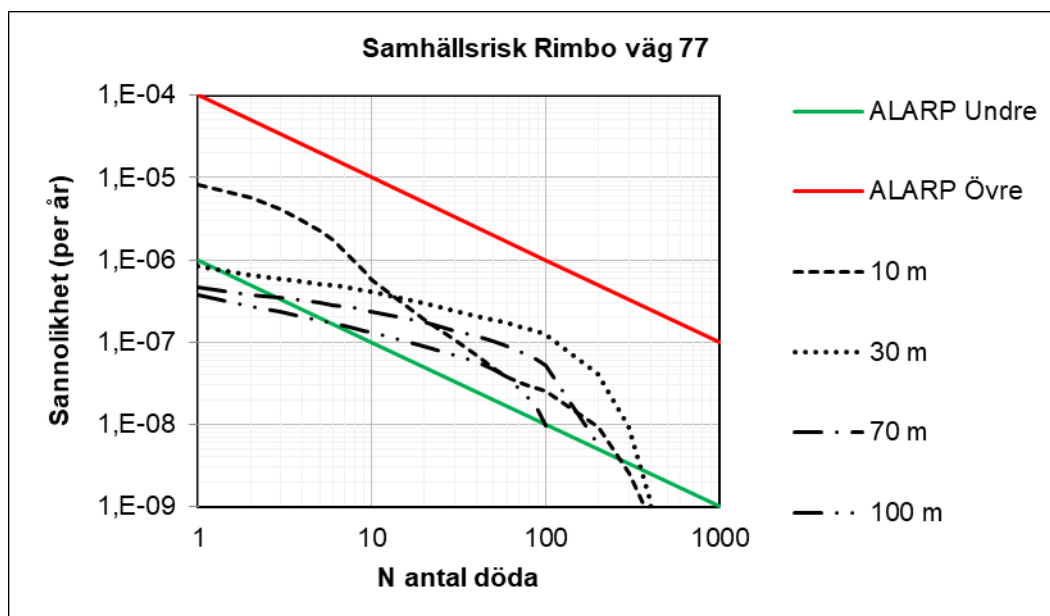
Det är inte orimligt att tänka sig att en yta på 2 000 m² kan inrymma ett bostadshus med åtta våningar med 10 enrumslägenheter per våningar, vilket ger en befolkningstäthet på

40 000 personer/km² inom en enskild fastighet⁵. Denna persontäthet är dock inte relevant att använda vid beräkningar för samhällsrisk för Rimbo tätort, eftersom det i genomsnitt över större områden finns relativt stora ytor som inte är bebyggda såsom gator, torg och grönområden. Därutöver bör hänsyn tas till att befolkningen i ett område varierar vid olika tider på dygnet.

Beroende på hur marken används närmast väg 77 går det inte att utesluta att det befinner sig personer i detta område. Persontätheten antas dock vara låg och uppskattas till 200 personer per kvadratkilometer (vilket skulle innebära att det på ett område stort som en fotbollsplan skulle uppehålla sig i genomsnitt 2 personer kontant) Dessa personer befinner sig utomhus.

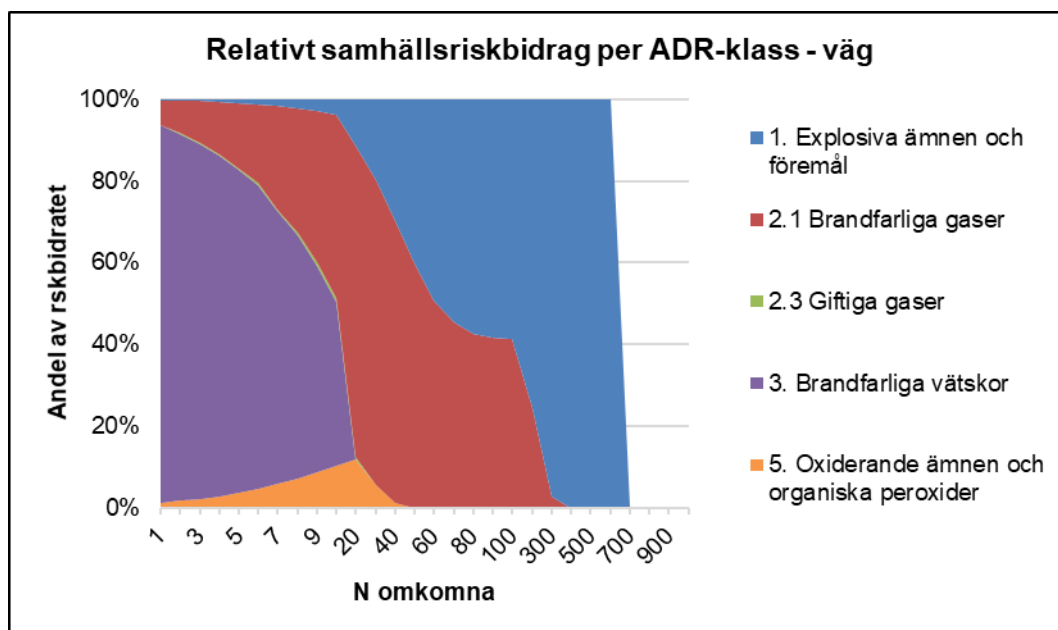
Samhällsrisk har beräknats för ett område inom 150 meter från väg 77 och resultatet presenteras i Figur 10. Det relativa samhällsriskbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 11 och Figur 12 på avståndet 10 respektive 30 meter från vägen.

Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisk för väg 77 i Rimbo tätort ligger inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas. Det kan därför vara motiverat med vissa riskreducerande åtgärder

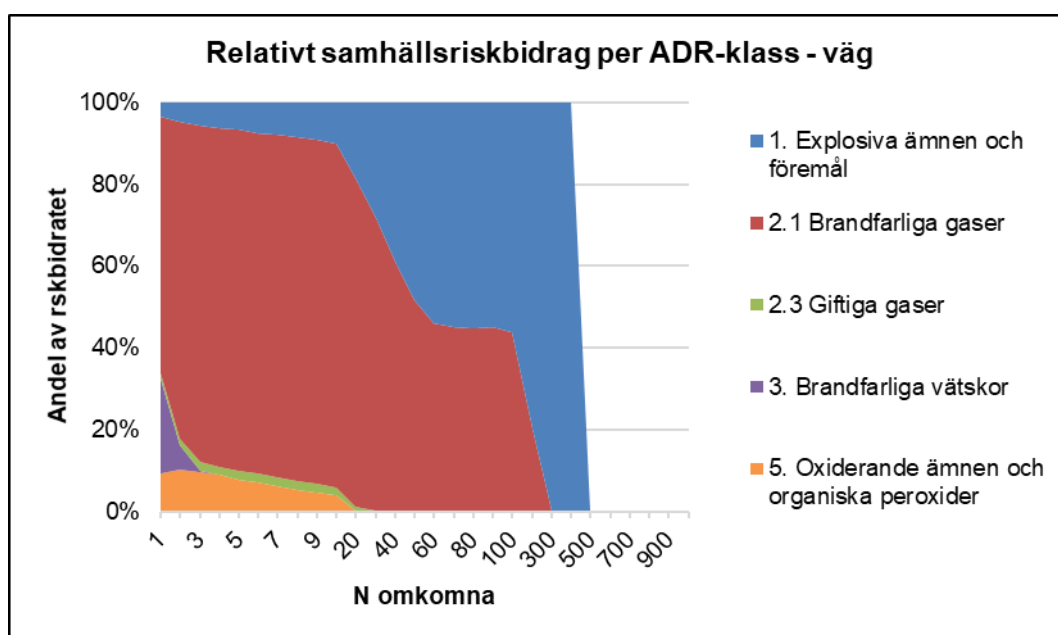


Figur 10. Beräknad samhällsrisk för Rimbo med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) på olika skyddsavstånd från väg 77 för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.

⁵ 10x8/0,002 km² =40 000



Figur 11. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) 10 meter från väg 77. Observera att ADR-klass 2.3 utgör ett så litet bidrag att det inte syns i figuren.



Figur 12. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) 30 meter från väg 77.

5.3 Diskussion kring beräknade risknivåer

En målsättning är att skyddsavståndet ska vara så långt att individrisken är acceptabel.

För tätare stadsbebyggelse bortom 30 meter är det i första hand samhällsrisk som blir styrande. För vissa händelser krävs mycket långa skyddsavstånd alternativt betydligt lägre persontäthet för att minska samhällsrisk.

Exempelvis kan ett gasmoln med hälsofarliga koncentrationer spridas flera hundra meter, och då ger inte ett bebyggelsefritt avstånd på några tiotals meter någon märkbar effekt. Modellen bygger dock på förenklingar där konsekvensavstånden för de flesta scenarion beräknas konservativt för att inte underskatta risknivåerna trots osäkerheter.

5.4 Osäkerheter och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser. Beräkningsmodeller är en förenkling av verkligheten, men målet är att ge en tillräckligt bra beskrivning utifrån tillgänglig kunskap så att det ger ett robust beslutsunderlag.

I denna riskutredning har flera konservativa (försiktiga) antaganden och förenklingar gjorts. Antaganden (ingenjörsmässiga bedömningar) behövs där det statistiska underlaget är otillräckligt och görs då på ett sätt så att riskerna inte underskattas. Detta medför att risknivåerna i verkligheten troligen är lägre än beräknat. För att hålla beräkningarna på en praktiskt hanterbar nivå görs också ett antal förenklingar. Några av de mer betydelsefulla antaganden och förenklingar som gjorts presenteras nedan.

I beräkningarna används intervall och Monte Carlo-simulering som ett sätt att beskriva osäkerheter, men det är viktigt att påtala att all osäkerhet inte fångats upp enbart med denna metod. Intervallen som används som indata till beräkningarna är i sig mycket osäkra och bygger inte på någon omfattande statistik över inträffade händelser. Generellt antas beräkningarna överdriva riskerna eftersom det med dessa ingångsvärden då borde ha inträffat fler större olyckor i världen och i Sverige.

Resultaten ska dock inte heller tolkas som att låg sannolikhet är detsamma som att det inte kan inträffa. Ambitionen är dock att beräkningarna och hur de används leder till att ny bebyggelse planeras med en avvägning mellan de risker som farligt gods utgör och de nyttor som uppnås genom att kunna exploatera mark intill transportlederna.

5.4.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

Frätande ämnen har inte beaktats då konsekvensavstånden är mycket korta. Akut påverkan på människor uppstår i princip endast om ämnet hamnar rakt på en person vilket innebär att den sannolikt redan påverkats av själva fordonet. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen samt radioaktiva ämnen har beaktats eftersom antalet försändelser är mycket litet, sannolikheten för utsläpp är extremt låg alternativt konsekvensavstånden är mycket korta eller endast allvarligt under långvarig påverkan.

Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, till exempel svaveldioxid (på väg) och klorgas (på järnväg) för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Beräkningarna utgår från de farligaste ämnena inom varje farligt gods-klass. Dessa utgör troligtvis endast en marginell del av respektive transporterad farligt gods-klass. För flera av scenarierna saknas tillräckligt statistiskt underlag för att mer noggrant beräkna sannolikheterna för att de ska inträffa och här görs i flera fall uppskattningar som bygger på ingenjörsmässiga bedömningar.

Hänsyn tas inte heller till att det för flertalet av scenarierna är så att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Detta hade minskat samhällsriskerna.

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. Fram till dess är förmodligen trafikmängden lägre, men efter år 2040 möjligen högre. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den högre trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar prognosår för sina vägar och det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden. Därutöver krävs det mycket stora förändringar i trafikmängd för att få betydande utslag risknivåerna. Ett grovt exempel är att det krävs en ökning av trafiken med 100 gånger för att risknivån ska ändras från acceptabel till oacceptabel, förutsatt att annat oförändrat. Det har framkommit att väg 77 har problem med trafikolyckor redan idag och därför kan olycksfrekvensen vara högre än den generella för landet. För beräkningarna ger en dubblad olycksfrekvens ungefär detsamma utslag som att dubbla mängden trafik på vägen. Detta illustreras i nästa avsnitt.

Det använda konsekvensavståndet är en förenkling, där sannolikheten för att avlida är 1 för de som befinner sig inom konsekvensområdet, och 0 för de som befinner sig utanför riskområdet. Denna förenkling görs för att få en rimlig omfattning på beräkningarna, men kompenseras i viss mån av att sannolikhetsfördelningar för konsekvensavstånden används i beräkningarna. För att inte underskatta risken så antas 100 % omkomma inom det konsekvensavstånd där dödlig skada kan inträffa.

I vissa riskutredningar hanteras detta på så vis att sannolikheten att omkomma antas vara olika för olika avstånd vilket gör det möjligt att fånga upp att sannolikheten att omkomma generellt är högre närmare riskkällan. Av praktiska skäl görs inte det här, utan den beräkningsmodell som används hanterar istället detta genom att ansätta ett intervall för avståndet till (100 %) dödlig skada. Detta får den effekten att vissa olycksscenarion (exempelvis BLEVE) får relativt stort genomslag i beräkningarna av samhällsrisk, eftersom dödliga skada kan uppstå på långa avstånd även om detta sätt att räkna överskattar riskerna på längre avstånd, eftersom sannolikheten att omkomma minskar med avståndet (se Bilaga B).

Att 100 % omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här är det så

att sannolikheten avtar med avståndet, men att det av praktiska skäl förenklats till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet.

Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom det överskattar risken på längre avstånd. I rekommendationerna tas viss hänsyn till detta genom att utgå från att skyddsavstånd har betydelse för många händelser, även om det inte får så stort genomslag i denna modell.

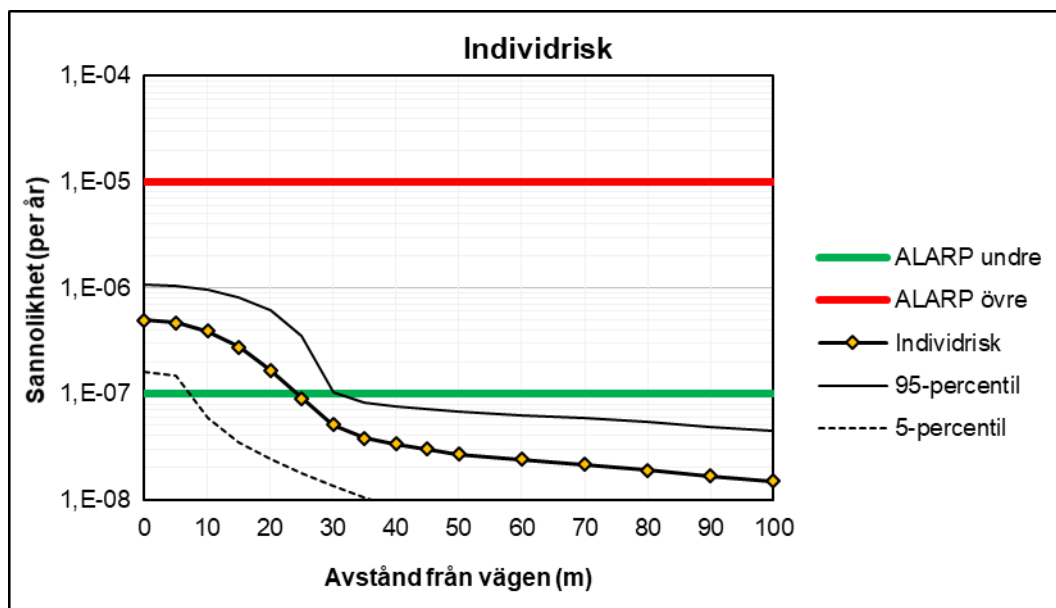
5.4.2 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar på resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 5 000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar känsligheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

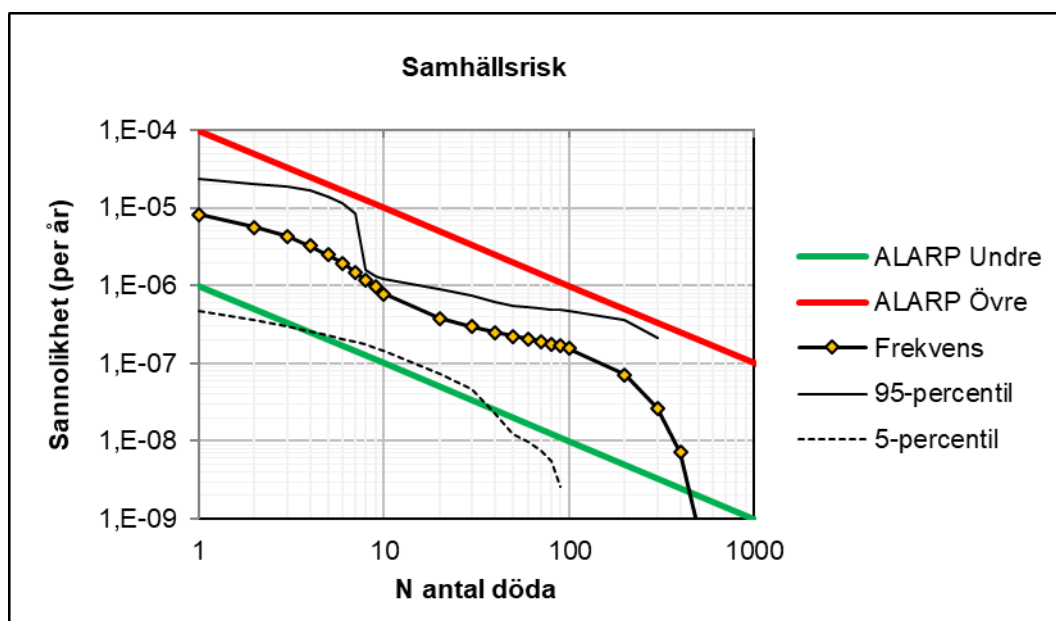
I Figur 13 och Figur 14 presenteras individ- respektive samhällsrisk för väg 77 tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmått för 5 000 Monte Carlo-simuleringar. Även för 95-percentilen överstiger inte individrisknivån en oacceptabel nivå för "normalkänslig verksamhet", alltså bostäder. Samhällsrisk närmar sig den övre ALARP-gränsen men går inte över den utan befinner sig inom det område där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas.

I Figur 15 illustreras att en fördubbling i trafikmängd eller persontäthet inte ger någon större ökning i samhällsrisk⁶. Det krävs alltså en mycket stor ökning (vilket inte bedöms vara rimligt) för att vi ska hamna på en oacceptabel risknivå (ovanför ALARP Övre). I Figur 16 syns att även individrisken ligger på en acceptabel nivå även med fördubblad trafikmängd. Fördubblad trafikmängd skulle innebära total ÅDT på 24 400 och ca 70 transporter av farligt gods varje dag förbi området. Fördubblad persontäthet skulle innebära ca 400 personer/km² inom 10 m och 20 000 personer/km² bortom 10 meter från vägen.

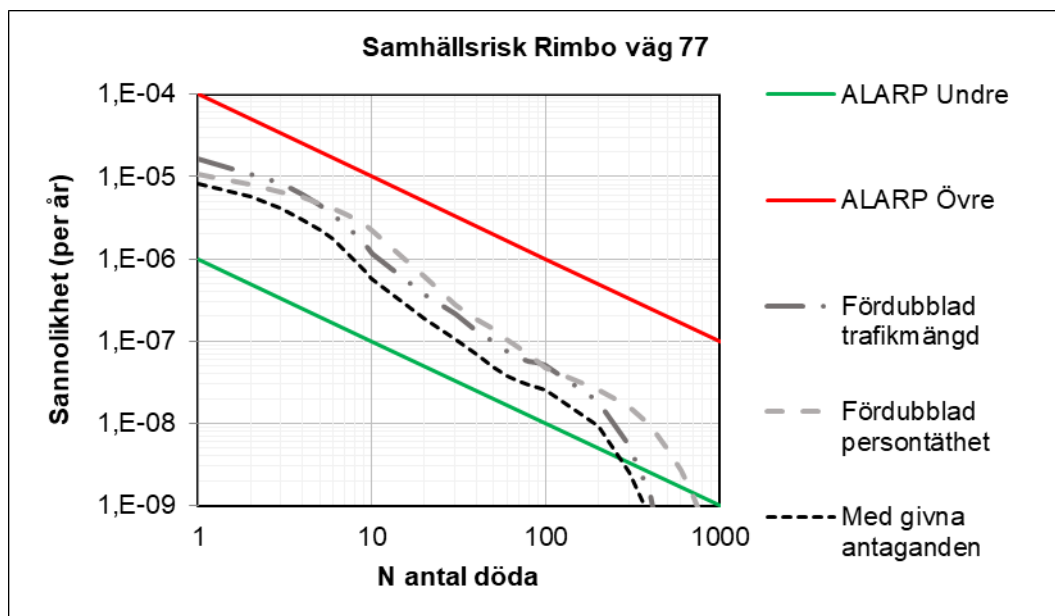
⁶ Vilket även innebär att en högre olycksfrekvens inte heller bör ge betydande högre risknivåer.



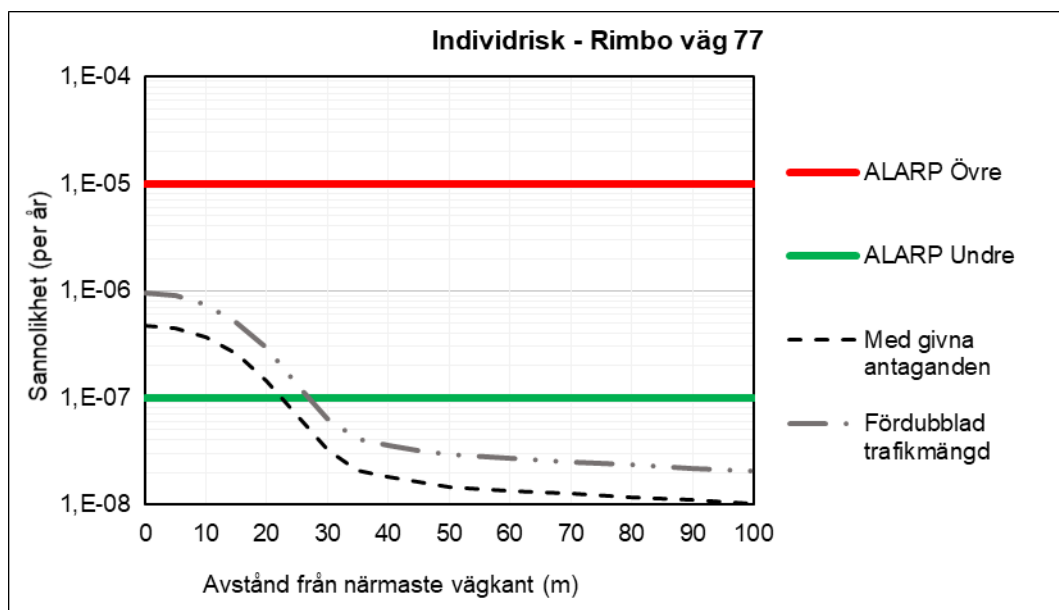
Figur 13. Beräknad individrisk med avseende på farligt gods på väg 77 genom Rimbo. Området mellan de svarta, streckade linjerna representerar 90% av de 5 000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 14. Beräknad samhällsrisk för väg 77 genom Rimbo. Området mellan de streckade linjerna representerar 90% av de 5 000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 15. Jämförelse fördubblad trafikmängd samt fördubblad persontäthet. Givna antaganden är trafikmängd 12 200 ÅDT, 10% tung trafik, 10 m skyddsavstånd samt 10 000 personer/km² bortom skyddsavståndet och 200 personer/km² inom skyddsavståndet.



Figur 16. Jämförelse fördubblad trafikmängd. Persontätheten påverkar inte individrisken. Givna antaganden är trafikmängd 12 200 ÅDT, 10% tung trafik. Persontätheten påverkar inte individrisken.

6 Riskreducerande åtgärder

Riskvärderingens syfte är att genomföra en värdering av sannolikheterna och konsekvenserna av oönskade händelser och en värdering av de åtgärder som kan vidtas för att undanröja eller förhindra detta.

Enligt beräkningarna för individrisk och samhällsrisk hamnar risknivåerna inom det område (ALARP)⁷ där risken är acceptabel så länge alla tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder har genomförts.

Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 2.4, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Val av åtgärder bör anpassas till relevanta olycksscenario och platsspecifika förutsättningar.

Det är generellt svårt att göra åtgärder utanför planområdet, exempelvis hastighetsbegränsning eller skyddsåtgärder på vägen (transportleden för farligt gods). Detta bland annat eftersom samverkan kommer att krävas med Trafikverket (eller annan markägare) som generellt är restriktiva med att genomföra åtgärder i samband med detaljplanering som påverkar vägen, särskilt med avseende på farligt gods.

6.1 Diskussion kring riskreducerande åtgärder

6.1.1 Räcke, vall, mur eller skärm

Beroende på lokala förhållanden (topografi, jordmån eller ytskikt) kan det vara viktigt att hålla fordonet kvar på vägbanan. Detta kan uppnås genom att använda vägräcken. För att säkerställa att en lastbil inte kör igenom eller välter över ett vägräcke krävs dock högkapacitetsräcke. Detta bedöms oftast inte vara motiverat i normal stadsmiljö, men kan vara relevant att beakta om det aktuella planområdet ligger nedanför en sluttning där vägen ligger högre upp i sluttningen.

En vall av jordmassor, mur eller skärm kan fungera som en fysisk barriär mellan farligt godsled och planområde. En sådan barriär kan hindra att farliga vätskor rinner mot planområdet och effekten av gasutsläpp med tunga gaser nära marken kan, som följd av den turbulens som barriären skapar, i viss mån reduceras.

En vall är förhållandevis dyr och skrymmande. Mur eller plank väljs ofta som alternativ då det praktiskt inte är möjligt att lägga en vall mellan skyddsobjekt och riskkällan. Barriärens höjd, innehåll och utbredning utreds i detaljprojekteringen för det enskilda fallet för att säkerställa den riskreducerande effekten.

Vid pölbränder och jetflammar kan flammhöjden bli så hög att en skärm eller vall skulle behöva vara opraktiskt hög för att få en betydande effekt. Beräkningar genomförda i projektet Förbifart Stockholm (Trafikverket, 2010) visar att en skärm med 4 meters höjd reducerar avståndet för kritisk värmestrålning (15 kW/m^2) från 17 till 11 meter vid en

⁷ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

mindre pölbrand (50 m²). För en större pölbrand (200 m²) är motsvarande siffror 23 till 20 meter.

Vid mindre bränder blir alltså effekten relativt stor, men effekten avtar ju högre flamhöjden blir. Det är visserligen mer sannolikt med mindre utsläpp, men en 4 meter hög konstruktion är orimligt dyrt i förhållande till den riskreducerande effekten. Att tillse att fasaden utförs i icke-brännbart material bedöms i de flesta fall ge ett mer kostnadseffektivt skydd, se nästa avsnitt.

En vall eller förstärkt skärmkonstruktion skulle även kunna ge skydd mot avåkning.

6.1.2 Icke-brännbar eller brandklassad fasad

En fasad i icke-brännbart material fungerar som ett skydd mot värmestrålning och bedöms ge ett gott skydd mot exempelvis en pölbrand. Målet är att förhindra brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma.

Exempelvis kan fasaden och takfot utföras i obrännbart material (brandteknisk klass A2-s1, d0) eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering (exempelvis brandteknisk klass EI30). Fönster utförs i brandteknisk klass EW 30.

Om funktionskrav på brandteknisk klass ställs på hela fasaden gäller det även fönster och kräver då att fönster normalt endast öppnas vid putsning eller underhåll och bara kan öppnas med specialverktyg. Detta kan begränsa användningen eftersom boende ofta vill kunna öppna fönster. Det kan också ställa högre krav på utförandet och då bli dyrare än att enbart kräva fasad i obrännbart material.

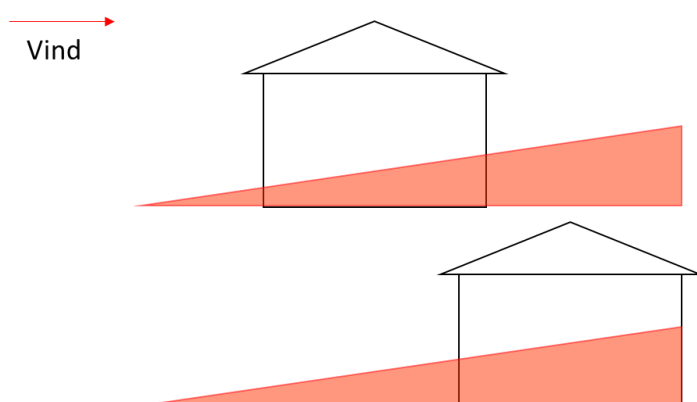
Det bedöms vara rimligt att ställa högre krav på en fastighet i fler än två plan och där det kan finnas personer med försämrade möjligheter att utrymma själva. Rör det sig om exempelvis äldreboende eller skola bör brandklass EI60 övervägas.

Brandklassningen ska gälla alla fasader som kan exponeras för värmestrålning vid en olycka på transportleden.

6.1.3 Ventilationsåtgärder

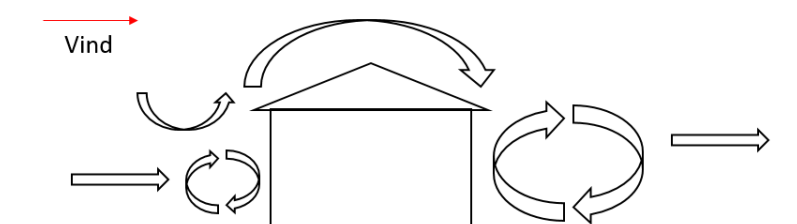
Friskluftsintagen på bebyggelse bör placeras på en fasad som vetter bort från vägen, alternativt på tak. Syftet med åtgärden är att minska den mängd brandfarlig och giftig gas samt rökgaser som kan komma in i byggnaden vid en olycka med farligt gods. Placeringen kan öka kostnaderna för ventilation.

Det giftiga gaser som transporteras under tryck beter sig vid ett utsläpp som tyngre än luft och stiger inte omedelbart utan sprids längs marken med vinden tills de värmts upp av omgivningen, se Figur 17 (Thomasson, 2017). Betydelsen av att placera ventilationsintag högt är större ju närmare riskkällan intaget ligger, på längre avstånd har gasmolnet fått en större utbredning i höjdlängd, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

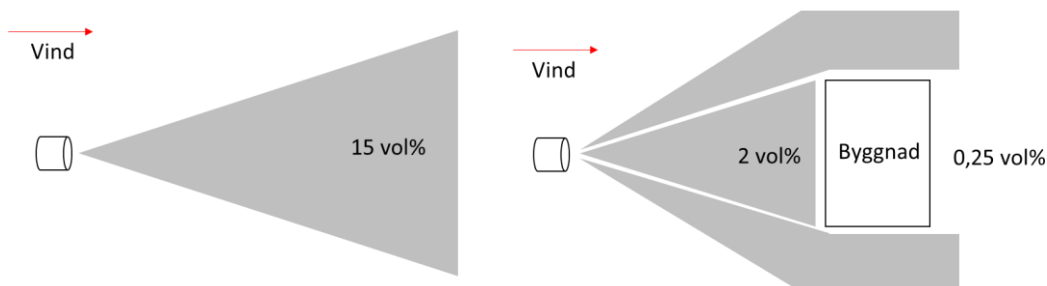


Figur 17. Utsläpp av kyld ammoniakgas sprids inledningsvis längs marken som en tung gas, men stiger ju mer den värms upp av omgivningen. Att placera friskluftsintag högt ger mer effekt ju närmre utsläppet byggnaden ligger.

Vindströmningen kring byggnader leder till att det bildas så kallade lävakar där gaskoncentrationerna är lägre både framför och bakom byggnaden (FOA , 1998) (Krogstad, P., & Pettersen, R., 1986).



Figur 18. Bilden illustrerar luftens strömning runt en byggnad. Fritt från FOA 1998.



Figur 19. Gasspridning med vinden kring en byggnad. Figuren baserad på vindtunnelexperiment utförda av Krogstad och Pettersen (1986).

Att kunna stänga av ventilationen minskar sannolikheten för skador och dödsfall i samband med utsläpp av giftig gas. Även negativa effekter av rökgaser vid brand och brännbara gaser från ett utsläpp på vägen kan minskas på detta sätt.

Att lösa detta praktiskt är dock svårt. Det saknas rimliga lösningar med detektorer som automatiskt stänger av ventilationssystemet. Ett manuellt system kräver att personer har kännedom om hur de ska agera och att det är tillgängligt, samtidigt som åverkan på systemet (medveten eller omedveten) ska förhindras.

6.1.4 Disposition av byggnad

Disposition av bebyggelse så att t.ex. utrymningsvägar och entréer placeras i skydd av byggnaden i förhållande till riskkällan ger en ökad säkerhet vid olycka. Huruvida dessa åtgärder går att reglera i detaljplan samt hur dessa skyddsåtgärder kan säkerställas över tiden, vid t.ex. ändring av byggnaden, kan kanske inte kontrolleras. En sådan åtgärd begränsar även byggnadens användning. Genom att inte uppmana till stadigvarande vistelse på de delar av planområdet som ligger öppen mot och närmast vägen minskar risken för att människor som vistas utomhus inom planområdet skadas om en farlig godsolycka inträffar. Om ovanstående kan säkerställas bedöms viss riskreducerande effekt erhållas från olyckor med splitter, strålning, gasmolnsexplosion och jetflamma.

Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från vägen vid en brand eller annan olycka med farligt gods bedöms vara en rimlig åtgärd oavsett risknivå och bör därför vidtas. Människor har en tendens att utrymma samma väg som de kom in (Räddningsverket, 2001). Därför rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av huvudentré.

6.1.5 Förstärkning av stomme/fasad

Förstärka stomme och/eller fasad kan i viss mån skydda mot tryckpåverkan vid explosion, splitter eller avåkande fordon samt förhindra att bygganden rasar eller fortskridande ras inträffar. De dimensionerande lasterna vid explosion blir i många fall så stora att nödvändiga förstärkningsåtgärder innebär alltför stora kostnader och begränsar även bebyggelsens användning.

6.1.6 Laminerat glas

Glas kan tillverkas så att det inte splittras vid explosioner, exempelvis genom laminering där två eller flera glasskivor läggs samman med ett mellanliggande plastskikt. Detta minskar risken för splitterskador på personer innanför glasrutan. Detta är en åtgärd som kan vara rimlig att överväga i byggnader där det kan uppehålla sig större samlingar av personer samtidigt, även om sannolikheten för explosion är låg.

7 Slutsats och rekommendationer

I detta kapitel redovisas rekommenderade skyddsavstånd och åtgärder till olika typer av bebyggelse. Rekommendationerna bygger på:

- Beräknad individ- och samhällsrisk.
- Skydd mot de mest sannolika olyckorna.
- Jämförelse mot tillgängliga riskvärderingskriterier
- Bedömning av åtgärder utifrån rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer.

Avståndet ska mätas från väkant, alternativt släntfot om vägen går på bank.

En grundförutsättning som ska säkerställas vid planering med de avstånd som anges på nästa sida, är att vätska inte ska kunna rinna från transportleden mot planområdet. Om marken lutar från transportleden mot planområdet behövs ett dike/kantsten eller annan barriär som hindrar att farlig vätska kan rinna mot planområdet.

Eftersom skyddsavstånden enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer (beskrivs i avsnitt 2.5, s. 8) upprätthålls för den planerade tillkommande bebyggelsen krävs inga riskreducerande åtgärder med avseende på farligt gods för dessa nya planerade bostäder. Dock bör alltid riskreducerande åtgärder vidtas om möjligt enligt rimlighetsprincipen⁸. Nedan beskrivs de åtgärder som kan införas som planbestämmelser för etableringen av de tillkommande byggnaderna inom planområdet:

- Friskluftsintagen på bebyggelse placeras på en fasad som inte vetter mot väg 77, alternativt på tak.
- Det ska finnas möjlighet att utrymma byggnader på sida som inte vetter mot väg 77.

Enligt beräkningarna ligger individrisknivån på en acceptabel nivå för bostäder om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. Samhällsrisknivån i området ligger inom ALARP-området (där rimliga riskreducerande åtgärder kan vara motiverade) och påverkas inte betydande av den nya planerade bebyggelsen. Detta då ett 60-tal nya bostäder inte ökar persontätheten betydligt och ett konservativt antagande har redan gjorts då beräkningarna baseras på en persontäthet på 10 000 personer per kvadratkilometer.

Det bedöms att bebyggelsen enligt förslaget kan etableras utan att risknivån ökar totalt sett för området.

För ny bebyggelse ska följande riskreducerande åtgärder genomföras (beskrivs även i Figur 20):

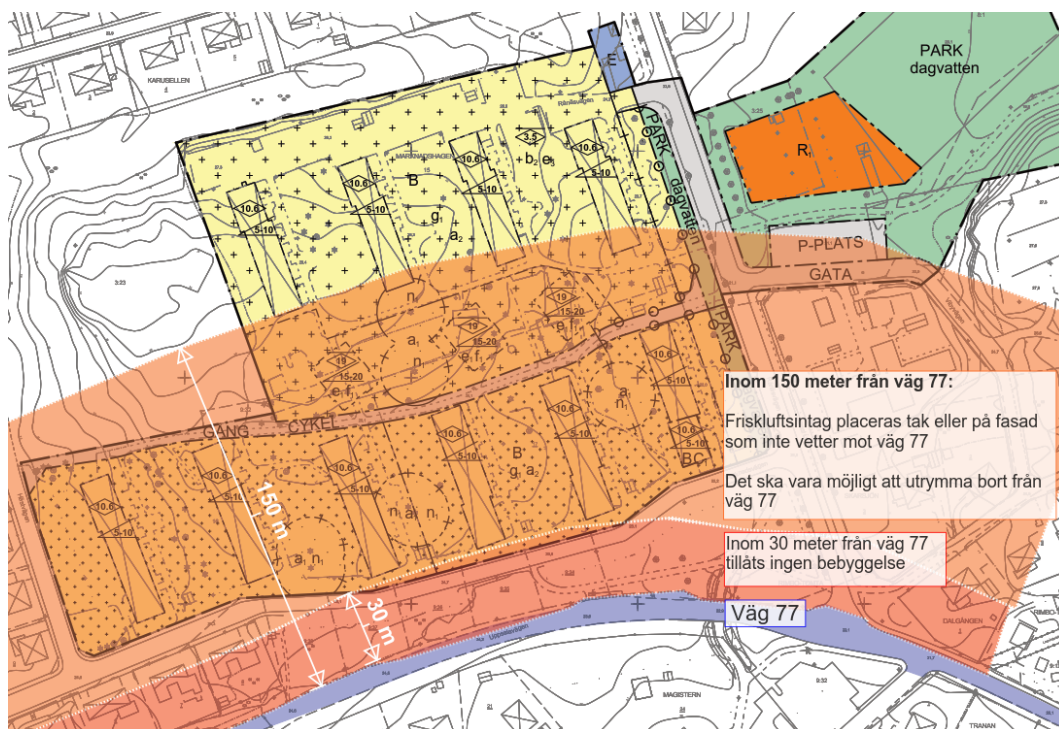
⁸ En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

- Friskluftsintag placeras tak eller på fasad som inte vetter mot väg 77 inom 150 meter från vägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från väg 77 inom 150 meter från vägen.

Det kommer inte vara tillåtet att placera bebyggelse inom 30 meter från väg 77.

För befintlig bebyggelse bedöms det i nuläget inte krävas några riskreducerande åtgärder. Detta då det generellt accepteras en högre risknivå för befintlig bebyggelse men även då beräknade risknivåer för samhällsrisk och individrisk visar på acceptabla risknivåer med rimliga riskreducerande åtgärder. Planbestämmelser med ovan krav kan begränsa ändringar av befintlig bebyggelse.

Om väg 77 får en ny sträckning, som innebär att vägen genom Rimbo inte blir en rekommenderad led för farligt gods, bedöms inga av de föreslagna åtgärderna vara motiverade.



Figur 20. Illustration över ungefärliga avstånd där riskreducerande åtgärder rekommenderas.

8 Referenser

- FOA . (1998). *Hur farlig är en ishall?*
- Krogstad, P., & Pettersen, R. (1986). *Windtunnel modelling of a release of a heavy gas near a building. Atmospheric Environment, Vol. 20, No. 5, pp. 867-878.*
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods.*
- Norconsult. (2020). *Marknadshagen 15-17 i Rimbo församling, Trafikbulerutredning.* Norrtälje kommun.
- Norrtälje kommun. (2013). *Översiktsplan 2040 Norrtälje kommun.*
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk.*
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning.*
- SCB . (2020). *SCB, www.scb.se/MI0810. Publicerad 2020-03-24.*
- SCB. (2015). Hämtat från https://www.scb.se/contentassets/38b38479c0e345dabc71e25a152d6fab/to2015_sr99tm_region.zip
- Sprängämnesinspektionen. (2000). *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor med ändringar i SÄIFS 2000:5.*
- Thomasson. (2017). *Riskreducerande åtgärder Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods. Examensarbete vid Lunds tekniska högskola.*
- Trafikverket. (2010). *E4 Förbifart Stockholm.*
- Trafikverket. (2012). Hämtat från Väg 77 Länsgränsen - Rösa förbi Rimbo Samrådsunderlag förstudie: https://www.trafikverket.se/contentassets/509d00e735114e9ca222676b1bc6cf94/infomaterial/informationsfolder_forstudie.pdf. Hämtat 2020-05-26
- Trafikverket. (2019). Hämtat från Trafikverket tar fram ny lösning för sträckan Eknäs–Salmunge på väg 77: <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Stockholm/vi-bygger-och-forbattrar/Vag-77-lansgransen-Rosa/Nyheter/2019-08/trafikverket-tar-fram-ny-losning-for-strackan-eknassalmunge-pa-vag-77/>. Hämtat 2020-05-26
- Trafikverket. (2020). *Nationell vägdatabas (NVDB).* Hämtat från <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. Hämtat:2020-05-20

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

A1 Inledning

Risakanalysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk dels som samhällsrisk. Sannolikhet per år kan också tolkas som en förväntad frekvens, dvs. att en händelse förväntas inträffa ett visst antal gånger under en tidsperiod.

I många fall saknas tillförlitlig statistik för olika scenarier, och när antaganden måste göras har värden valts som ligger i närheten av antaganden i liknande utredningar som gjorts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet, även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall där det egentligen handlar om ett spektrum av möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelseträd utan läsaren hänvisas istället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

Det finns olika sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall. Därför har en sammanställning gjorts med sannolikheter för olika scenarier som använts i andra riskutredningar i Sverige (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (WSP, 2014) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats för järnväg och väg.

A1.1 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

A1.1.1 Explosiva ämnen (ADR/RID 1)

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR/RID-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom det endast är dessa som bedöms kunna leda till allvarliga skador på lite längre avstånd, 10 % av samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal bränder av föraren eller av

räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utväldig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp istället för att detonera vid en brand.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hur stora laster som ingår i konsekvensberäkningar varierar mellan olika utredningar och bygger på ingenjörsmässiga bedömningar (WUZ, 2016) (WSP, 2016). Detta påverkar fördelningen för konsekvensavstånden.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt görs en ingenjörsmässig bedömning i de flesta riskutredningar att 0,2 % sannolikhet för att mekanisk påverkan på godstågsvagn är tillräcklig för en explosion.

A1.1.2 Tryckkondenserade gaser (ADR/RID 2)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

Brandfarliga gaser (ADR/RID 2.1)

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds har följande tre scenarier beaktats:

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman

nå storlekar på från några få meter upp till 75 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flamman.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en vagn med brandfarlig gas är involverad.

Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion: Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En spridningsvinkel för gasmolnsbrand antas konservativt till 45°.

Giftiga gaser (ADR/RID 2.3)

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar. I denna riskutredning antas alla vindriktningar vara lika sannolika.

Spridning av gasmoln påverkas till stor del av rådande väderförhållanden. Beroende på bland annat vindstyrka och solinstrålning påverkas riktning och gaskoncentration. Gasmolnet sprids som en plym vars form är beroende av ett flertal faktorer, bland annat källstyrka och vindstyrka. Vid högre vindstyrkor blir plymen längre med smalare och vid lägre vindstyrkor blir plymen bredare men kortare (WSP, 2016). Siffror för spridningsvinkel som redovisas i olika rapporter varierar mellan 15° (Thomasson, 2017) och 60° (WSP, 2016). Hänsyn har tagits till detta genom att anta att plymens vinkel vid ett utsläpp kan variera med 15–60°.

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. Statistik över vilka gaser som transporteras under klass RID 2 finns inte tillgänglig, men efter att Akso Nobel lade ner sin tillverkning av klor i Bohus och Skoghall 2005 respektive 2011 bedöms transporter med klor vara försvinnande få. Klor tillverkas fortfarande i Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

Ammoniak och svaveldioxid är exempel på de mer giftiga gaser som transporteras på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 25 ton gas per fordon.

A1.1.3 Brandfarliga vätskor (ADR/RID 3)

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket snabbare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan) vilket är en konservativ ansats då det är mer brännbart än bensin.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i ca 1,5 % av fallen.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl ligger mellan 10 och 30 % för järnväg i de riskutredningar som gåtts igenom, vilket huvudsakligen baseras på siffror från rapport som publicerades 1993 för att analysera riskerna med farligt gods i Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln ligger sannolikheten för antändning mellan 5 till 70 %.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid olycka på väg uppskattas vanligen till ca 3 % (WSP, 2016) (WUZ, 2016), vilket precis som för järnvägstransporter baseras på den riskanalys som gjordes 1993 för Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %. Spridning av eventuellt gasmoln följer spridning enligt brandfarlig gas ovan.

A1.1.4 Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR/RID 5.1 och 5.2)

Oxiderande ämnen (RID-klass 5.1) utgör en stor andel av alla vagnar innehållande farligt gods och är klassade som farliga i den mån att de kan fungera som katalysatorer vid brandförlopp men är inte brandfarliga i sig. Om ämnet kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex diesel, motorolja etc.) kan det leda till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Organiska peroxider utgör endast en marginell del av antalet försändelser med farligt gods och har ur ett riskperspektiv liknande egenskaper som oxiderande ämnen. Antalet transporter av klass 5.2 läggs därför till antalet transporter av klass 5.1

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Även ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. När det transporteras som ADR/RID klass 5.1 är det dock i blandningar som minskar sannolikheten för detonation så mycket att detta bedöms vara mycket osannolikt. Enligt regelverket är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) med över 60 % väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Regler kring transport såsom användandet av skyddsvagnar mellan vagnar med farligt gods gör det mycket osannolikt att oxiderande ämnen kommer i kontakt med innehållet i en annan vagn med t.ex. brandfarliga vätskor.

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods Sverige visar att de ingenjörsmässiga bedömningarna avseende explosion eller brand med klass RID/ADR 5.1 och 5.1 skiljer sig relativt mycket. Det intervall för sannolikheter bedöms dock vara tillräckligt konservativa.

Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Bedömningarna skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ, 2016) (Sweco, 2016) (WSP, 2016). Blandning med annat organiskt material antas till mellan 10 och 50 %, och att det därefter uppstår brand till ca 1 %, alternativt att en explosion inträffar med 1 till 10 % sannolikhet. För vägtransporter ökar sannolikheterna för omblandning med organiskt material eftersom lastbilen som transporterar ämnet och andra fordon har drivmedel som kan läcka ut vid en olycka.

A1.2 Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

A1.2.1 Trafikprognos

Trafikmängder har erhållits från Trafikverkets prognos på järnväg

Det krävs en relativt stor förändring i trafikmängd för att ge utslag på samhälls- och individrisk. Trafikmängderna bedöms vara konservativt beräknade för att undvika att risknivåerna underskattas. För att illustrera hur risknivåerna påverkas fördubblas trafikmängderna i känslighetsanalyserna.

A1.2.2 Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

$$P_o = N \cdot Q \cdot L \cdot F \cdot 365$$

N = Antalet lastbilar per dygn (ÅDT_{tung})

Q = Olyckskvot (antalet olyckor/ fordonskilometer)

L = Längd för berörd vägsträcka (km)

F = Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka

Denna beräkning upprepas för varje ADR-klass för 1 km väg.

Eftersom det saknas lokal statistik över hur stor andel av lastbilarna som transporterar farligt gods och fördelningen mellan olika ADR-klasser på sträckan antas det följa Sveriges nationella statistik. Andelen farligt gods uppskattas till 3–3,5 %.

Olyckskvoten Q baseras på Vägverkets modell för olycka med tunga fordon (1998). Korrigeringsfaktorn för antalet fordon per olycka (F) ansätts till 1,8 för tätort och 1,5 i landsbygd enligt Vägverket (1998). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25 %. Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka med fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell A-1.

Tabell A-1. Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på väg 77 i Rimbo.

	Väg 77
Antal lastbilar per dygn	12 200
Olyckskvot (per miljon fordonskm)	1,2
Korrigerig flera fordon	1,8
Olyckfrekvens per år, farligt gods	0,029
ADR 1 – Explosiva ämnen	$9,3 \times 10^{-5}$
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$1,3 \times 10^{-6}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$8,8 \times 10^{-9}$

ADR 3 - Brandfarlig vätska	$2,7 \times 10^{-4}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$1,28 \times 10^{-5}$

A1.2.3 Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil

För att beräkna hur stor sannolikheten för ett utsläpp i händelse av en olycka är, studeras sannolikheten för att en tank brister. Ofta har en modell utvecklad av Statens väg- och transportforskningsinstitut och detaljerad beskriven i VTI-modellen använts för att uppskatta detta (Statens räddningsverk, 1996). I senare studier har man konstaterat att en del av underlaget och antaganden som modellen bygger på innebär stora osäkerheter för resultatet av beräkningarna (Ardin & Markselius, 2016).

Till exempel har andelen singelolyckor motsatt effekt i VTI modellen jämfört med verkligheten, där en hög andel minskar beräknad frekvens när antalet singelolyckor i själva verket utgör majoriteten av olyckor med farligt gods.

Det har konstaterats att parametern olycksindex för farligt gods, som är ett mått på sannolikheten att en tank brister, är baserad på otillräckligt underlag och trots korrigering för hastighetsbegränsning bidrar den med betydande osäkerheter i beräkningen av frekvensen för olycka mer farligt gods. Man har sett att till exempel vägrenens lutning, liksom korsningar har större påverkan på sannolikheten för om tanken välter i samband med en olycka och därmed sannolikheten för utsläpp.

Sannolikheten för läckage på tank med vätska kan enligt Trafikverkets modell för Yt- och grundvattenskydd (2013) ansättas till 0,03 oavsett hastighetsbegränsning på vägen. Det är ointuitivt att hastighet inte skulle ha någon betydelse så i brist på bättre underlag används VTI-modellen med en justering för att lastbilar inte ska ha högre hastighet än 90 km/h. Detta ger värden på index för farligt godsolycka som presenteras i Tabell A-2 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50 %.

Tabell A-2. Sannolikhet för utsläpp givet olycka.

Hastighetsbegränsning	50	60	70	80	90	100	110
Index för olycka med farligt gods, tunnväggig tank	0,02	0,07	0,11	0,195	0,28	0,28	0,28

Gaser transporteras under tryck i tankvagnar med större tjocklek än vätskor och därmed större tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med vätskor.

A1.2.4 Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell A-3 redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive ADR-klass. Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en

Sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste 5 åren.

Tabell A-3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av väg 77 genom Rimbo.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde, per år)
		Min	Mest troligt	Max	Väg 77
1	Explosion*	0,01	0,1	1	$9,3 \times 10^{-5}$
2.1	BLEVE	0,1	1	2	$1,3 \times 10^{-8}$
	Jetflamma	2	6	20	$1,0 \times 10^{-7}$
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60	$4,1 \times 10^{-7}$
2.3	Giftigt gasmoln	100			$8,8 \times 10^{-9}$
3	Pölbrand	2	3	13	$1,2 \times 10^{-5}$
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3	$4,1 \times 10^{-6}$
5.1	Explosion	0,04	0,3	1	$4,8 \times 10^{-8}$
	Brand	0,3	0,35	0,4	$4,5 \times 10^{-8}$

*För ADR-klass 1 är det istället krockvåld och brand som kan utlösa en explosion.

A2 Referenser

Referenser

- Ardin & Markselius . (2016). *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.
- Brandskyddslaget. (2015). *Riskanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013*.
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder: Effektvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Trafikverket. (2013). *Yt- och grundvattenskydd. Publikation 2013:135*.
- WSP. (2014). *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl. Kättilstorp*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.
- Vägverket. (1998). *Föroreningar av vattentäkt vid trafikolycka*.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B1 Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada diskuteras för

- tryckpåverkan vid explosion
- värmestrålning vid brand
- förgiftning vid exponering av giftig gas

Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de olika scenarierna för varje godsklass har beräknats.

B1.1 Typ av utbredning

Beroende på typ av ämne som är inblandat blir utbredningen av konsekvensområdet runt olyckan olika. En del av de möjliga scenarierna påverkas av vindriktning och väderförhållanden medan andra beror på vilket håll ett läckage är riktat mot. För att beräkna risken för det planerade planområdet används värdena i Tabell B-1.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

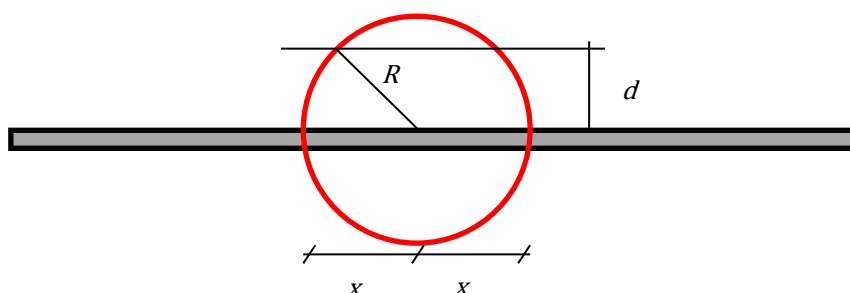
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var håll uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

B1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst avstånd från transportleden. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur B-1:

$$\text{Andel av frekvensen för hela sträckan} = \frac{2 \cdot x}{1 \text{ km}}$$

$$x = \sqrt{(R^2 - d^2)}$$



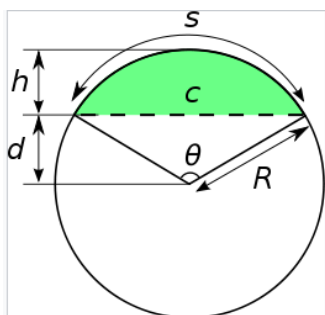
Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

B1.3 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsriskens beräknas som en summa av de areor som kan påverkas vid en olycka multiplicerat med sannolikheten per år (uppskattad frekvens) för påverkan för respektive area, detta multipliceras slutligen med befolkningstätheten som antas variera med avståndet från transportleden enligt kapitel B1.4.

Samhällsriskens har uppskattats för ett område på 150 meter på var sida om vägen.

Eftersom scenarierna med farligt gods har någon typ av cirkulär utbredning beräknas areorna på olika avstånd från transportleden som segment av en cirkel (se Figur B-2).



Figur B-2. Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

B1.4 Persontäthet

Persontätheten som använts för de tre olika scenarierna för samhällsriskberäkningarna i redovisas i Tabell B-2.

I samhället i stort befinner sig människor till största delen inomhus, därav ansätts att 95 % (99 % nattetid) av befolkningen befinner sig inomhus på avstånd av 15 meter från transportleden och längre.¹

Det bebyggelsefria avståndet bedöms vara fritt från personer. Detta behöver nödvändigtvis inte stämma om det exempelvis finns befintlig väg, cykelbanan eller liknande närmare. Det bedöms dock ej vara avgörande för att bedöma vilka bebyggelsefria avstånd som är lämpliga att upprätthålla vid planering av tillkommande verksamhet och tas därmed inte med i beräkningarna.

Tabell B-2. Antaganden om persontäthet som använts i beräkningarna.

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Väg Persontäthet per km ²
0-skyddsavstånd	100 %	0 %	100 %	0 %	200
Bortom skyddsavståndet	5 %	95 %	1 %	99 %	10 000

B1.5 Sannolikhet att omkomma inne/ute

Att befinna sig inomhus ger i många scenarier ett viss skydd, exempelvis mot värmestrålning eller gas (VROM, 2005). Vid beräkning av samhällsrisk har därför antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell B-3.

För RID/ADR 1 – Explosiva ämnen och föremål är det istället omvänt så att avståndet för dödliga skador är kortare utomhus än inomhus. Avståndet för där en tryckökning är så stor att det kan leda till dödliga skador på en människa är betydligt kortare än det avstånd där väggar kan raseras och fönster splittras. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av glassplitter eller att byggnadsdelar kollapsar. Därför används i beräkningarna två konsekvensavstånd, ett inomhus och ett utomhus men där sannolikheten att omkomma inomhus inte är 100% inom detta avstånd utan det avstånd som anges i tabellen.

Antaganden om att omkomma inomhus antas vara konstant inom konsekvensavståndet, vilket precis som för konsekvensavståndet utomhus är en förenkling eftersom värmestrålning, tryckpåverkan och giftiga koncentrationer avtar med avståndet. För de flesta scenarier antas den fördelning som redovisas i Tabell B-3 vara en konservativ uppskattning då byggnader bör ge gott skydd.

¹ Källa till Holländska riktlinjer.

Tabell B-3. Sannolikhet att omkomma inomhus vid de konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

Scenario	Fördelning	Sannolikhet att omkomma inomhus* (%)		
		Min	Troligt	Max
ADR/RID 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – BLEVE	Pertfördelning	5	10	15
ADR/RID 2.3 – Giftigt gasmoln	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 3 – Gasmolnsbrand ADR/RID 3 – Pölbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 5 – Brand ADR/RID 5 – Explosion	Pertfördelning	25	50	75

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

B2 Sammanställning över konsekvensavstånd

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i många olika riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat egna modeller för konsekvensberäkningar.

Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (se Tabell B-4). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

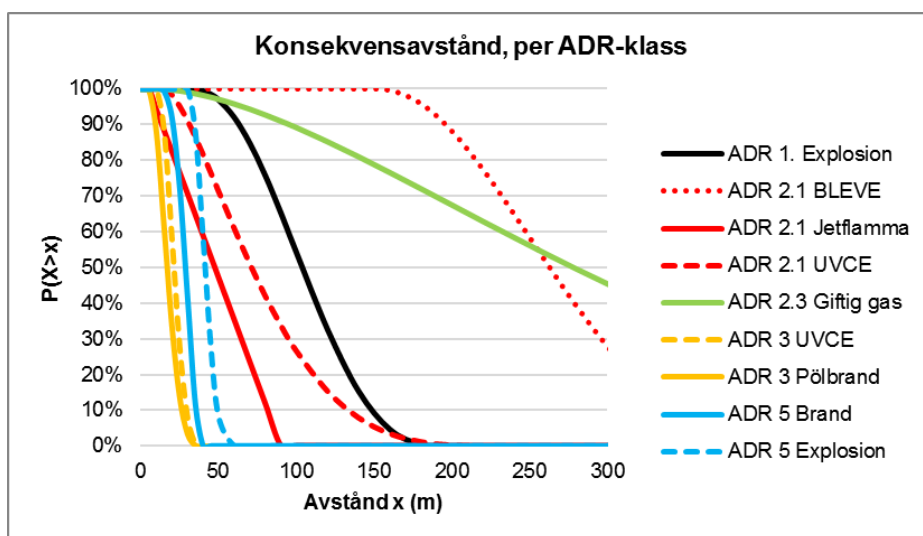
Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannolikhetsfördelningen för konsekvensavstånden med en förskjutning mot de kortare avstånden. Detta beror på att behållarna och tankarna är utformade för att tåla påfrestningar och det därför är mer sannolikt med mindre hål än större.

Tabell B-4. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna för väg.

Klass	Scenario	Fördelning	Intervall för konsekvensavstånd		
			Min	Troligt	Max
1	Explosion, raserade byggnader	Pertfördelning	30	100	200

	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	Pertfördelning	10	50	140
2.1	BLEVE	Pertfördelning	100	200	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	40	90
	Gasmolnexplosion/UVCE	Pertfördelning	15	50	250
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	10	200	1000
3	Pölbrand	Pertfördelning	5	15	40
	Gasmoln från avdunstning (UVCE)	Pertfördelning	10	20	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	60
	Brand	Pertfördelning	10	30	40

I Figur B-3 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.



Figur B-3. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.

B3 Förväntat antal omkomna per scenario

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-5. Det är detta värde som tillsammans med frekvensberäkningarna för varje scenario utgör samhällsrisk (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Nedan redovisas antal förväntat omkomna för scenariot med en persontäthet på 10 000 personer/km² för olika skyddsavstånd från väg 77. För längre skyddsavstånd ändras inte antalet döda för vissa scenarier. Detta kan förklaras med att konsekvensavståndet för händelsen inte når bortom det bebyggelsefria avståndet och att alla omkomna är personer som vistas utomhus. Det är endast vissa scenarier (t.ex. BLEVE som har ett långa konsekvensavstånd). Att vidta åtgärder för att minska dessa dödsfall är dock kostsamt samtidigt som sannolikheten för denna typ av scenario är mycket liten. För att minska antalet omkomna utomhus gäller det främst att inte uppmuntra till stadigvarande vistelse intill leder med farligt gods. Dock bör man även väga in att sannolikheten för att omkomma av att bli påkörd av en bil om man vistas intill en väg är mycket högre än risken för att omkomma av en olycka med farligt gods. Olyckor med farligt gods kan dock drabba många personer vid ett tillfälle.

En händelse med explosion med bebyggelse på 10 meters avstånd skulle kunna leda till nästan 150 döda personer (förutsatt att persontätheten är 10 000 personer/km bortom 10 m från vägen). Sannolikheten att det sker en explosion är dock $9,3 \times 10^{-5}$, d.v.s. en gång på 10 700 år. Även en händelse med BLEVE skulle kunna leda till ca 150 omkomna och frekvensen för detta är ca $1,3 \times 10^{-8}$. Detta innebär alltså att dessa händelser är mycket osannolika. Händelser med till exempel brandfarlig vätska är mer sannolikt men ger få dödsfall. Som jämförelse är frekvensen att bli träffad av blixten ca 10^{-7} (cirka 1 person på 10 miljoner omkommer varje år till följd av detta d.v.s. cirka en person varje år i Sverige) och att bli träffad av störtande flygplan 10^{-8} (100 miljoner d.v.s. mycket generellt jämfört ca 7-8 personer i hela Europa varje år). I Sverige dör ca 250-300 personer varje dag i bilolyckor frekvens ca .

Tabell B-5. Förväntat antal omkomna för respektive scenario, med en persontäthet på 10 000 personer/km² på olika avstånd från vägen.

		Förväntat antal omkomna (medelvärde)			
		Bebyggelsefritt			
Klass	Scenario	10 meter	30 meter	70 meter	100 meter
1	Explosion, raserade byggnader	147,6	107,7	36,8	2,1
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	3	2,5	2,1	2,1
2.1	BLEVE	148,1	128,9	91,4	64,7
	Jetflamma	13,9	4,2	0,8	0,8
	Gasmolnexplosion - och brand	10,2	6,5	0,9	0,5
2.3	Giftigt gasmoln	12,7	11,1	8,0	5,7
3	Pölbrand	1,7	0,2	0,2	0,2
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0,4	0	0	0
5	Explosion	19,9	5,7	1,1	1,1

	Brand	7,5	0,5	0,5	0,5
--	-------	-----	-----	-----	-----

B4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga ADR/RID-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

ADR/RID-klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska väg- och järnvägsnätet är små.

ADR/RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. av två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.

ADR/RID-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen ger konsekvenser för omgivningen eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

ADR/RID-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

ADR/RID-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp bedöms dock vara begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och mot bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.

ADR/RID-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med

denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

B5 Referenser

Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risikanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- VROM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig risikanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.