

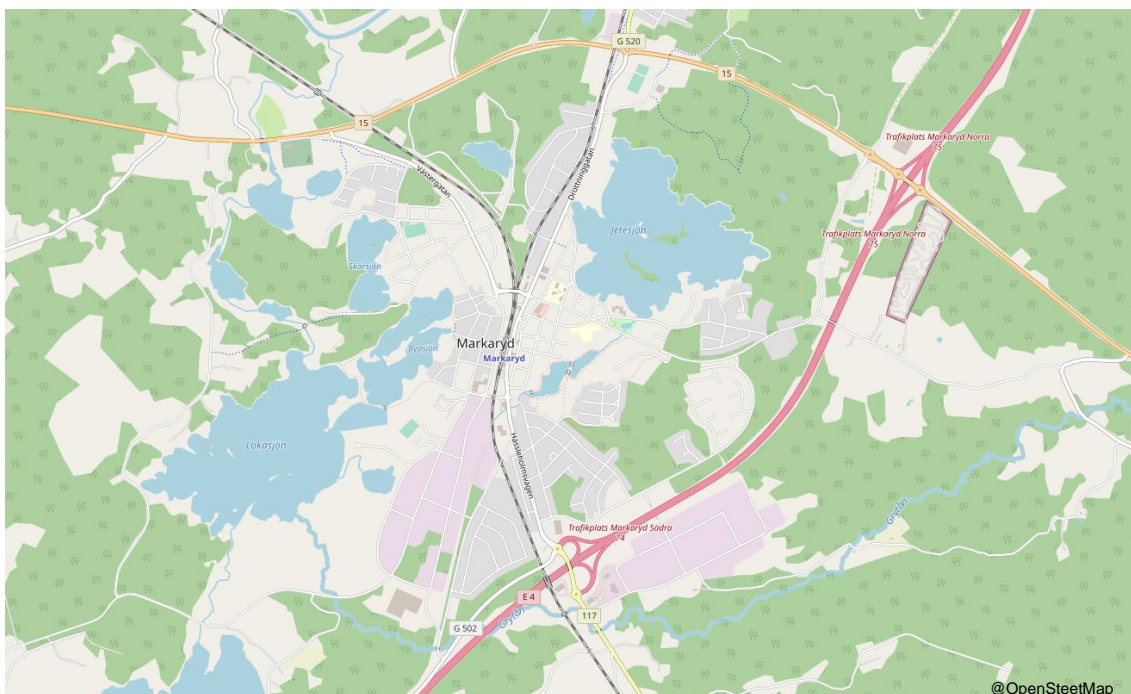
RAPPORT

MARKARYDS KOMMUN

Riskutredning farligt gods

UPPDRAGSNUMMER 13010533

RISKUTREDNING AV TRANSPORTER MED FARLIGT GODS PÅ VÄG OCH JÄRNVÄG I MARKARYDS TÄTORT, STÖD TILL FYSISK PLANERING



VERSION 1.0

2020-05-28

Sweco Environment AB

Martin Bjarke
Linda Rundal
Jennifer Wolsing
Granskare: Johan Nimmermark

Sammanfattning

Syftet med denna riskutredning är att förenkla kommunens arbete med fysisk planering i närheten av de utpekade leder för farligt gods som finns i Markaryds tätort. Arbetet omfattar järnvägstrafiken genom Markaryds tätort samt väg 15 och E4:an. Både väg 15 och E4:an är statliga vägar med Trafikverket som väghållare.

Lokalisering av bebyggelse och verksamheter ska vara lämplig utifrån beskaffenhet, läge och behov. Utifrån bland annat kraven i plan- och bygglagens andra kapitel ska kommuner göra en lämplighetsprövning av översiktsplaner, detaljplaner, ansökningar om bygglov och förhandsbesked.

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.

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

Rekommendationer gällande åtgärder bygger på:

- Beräknad individ- och samhällsrisk.
- Skydd mot de mest sannolika olyckorna.
- Anpassning till de föreslagna riskvärderingskriterierna för Markaryd och andra riktlinjer (Trafikverkets riktlinjer och riktlinjer i andra län).
- Bedömning av åtgärder utifrån rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer.

Om avvikelser mot föreslagna skyddsavstånd (se kapitel 7.1) planeras i en detaljplan bör en riskhanterare med specialisering inom fysisk planering konsulteras. Utifrån denna riskutredning bör då en bedömning kunna genomföras om tillräckliga skyddsåtgärder kan uppnås enbart med stöd av denna utredning eller om en mer detaljerad riskutredning krävs.

Byggnader bör generellt inte placeras närmare än 30 meter till riskkällorna utan en närmare bedömning om det är lämpligt eller ej. För järnväg är detta främst motiverat av Trafikverkets bestämda uppfattningen om att ett bebyggelsefritt avstånd på 30 meter ska upprätthållas. Avstånd som gäller enligt väglagen med hänsyn till trafiksäkerhet ska upprätthållas.

Åtgärder kan vara motiverat även om beräknade risknivåer inte är höga. Baserat på hur andra riktlinjer utformats, principer kring risk och den branschpraxis som vuxit fram finns det därför anledning att tillämpa vissa begränsningar kring transportleder som inte enbart baseras på de beräkningar som redovisas i denna rapport.

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Syfte och mål	3
1.2	Riskdefinition	3
1.3	Omfattning och avgränsningar	5
1.4	Genomförande	6
2	Styrande och vägledande dokument	8
2.1	Plan- och bygglagen	8
2.2	Miljöbalken	8
2.3	Väglagen	8
2.4	Riktlinjer från Trafikverket för järnväg	8
2.5	Värdering av risk	9
2.6	Riktlinjer från Länsstyrelsen i Skåne län	11
2.7	Riskpolicy från Stockholm, Skåne och Götalands län	13
2.8	Riktlinjer Stockholms län	14
2.9	Jämförelse med andra risker i samhället	16
3	Förslag till riskvärderingskriterier för Markaryd	17
4	Riskidentifiering	19
4.1	Påkörning vid urspårning	19
4.2	Farligt gods	20
4.2.1	Transporter genom Markaryd	21
4.2.2	Farligt gods olyckor – järnväg	22
4.2.3	Farligt gods olyckor – väg	23
5	Risknivåer och riskvärdering	24
5.1	Individrisk	24
5.1.1	Järnvägen genom Markaryd	24
5.1.2	E4	26
5.1.3	Riksväg 15	28
5.2	Samhällsrisk	28
5.2.1	Persontäthet	29
5.2.2	Järnvägen genom Markaryd	29
5.2.3	E4	31
5.2.4	Riksväg 15	34
5.3	Diskussion kring beräknade risknivåer	35
5.4	Osäkerheter och känslighetsanalys	36
		1(55)

5.4.1	Förenklningar, antaganden och avgränsningar	36
5.4.2	Känslighetsanalys	38
6	Riskreducerande åtgärder	43
6.1	Diskussion kring riskreducerande åtgärder	43
6.1.1	Räcke, vall, mur eller skärm	43
6.1.2	Icke-brännbar eller brandklassad fasad	44
6.1.3	Ventilationsåtgärder	44
6.1.4	Disposition av byggnad	46
6.1.5	Förstärkning av stomme/fasad	46
6.1.6	Laminerat glas	46
7	Slutsats och rekommendationer	47
7.1	Åtgärdsförslag för respektive markanvändning och skyddsavstånd	47
7.2	Anpassning till andra riktlinjer och lagar	51
7.3	Åtgärder oavsett risknivå	51
8	Referenser	55

Bilagor

Bilaga A – Frekvensberäkningar

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

1 Inledning

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

Syftet med denna riskutredning är att förenkla kommunens arbete med fysisk planering i närheten av de utpekade leder för farligt gods som finns i Markaryds kommun. Detta ska uppnås genom att så långt det är möjligt beskriva de generella förutsättningarna som är knutna till transportlederna i Markaryd och därmed minska den arbetsinsats som krävs för en enskild detaljplan i kommunen. Denna rapport ska underlätta beslut om när en mer detaljerad riskutredning krävs för en detaljplan.

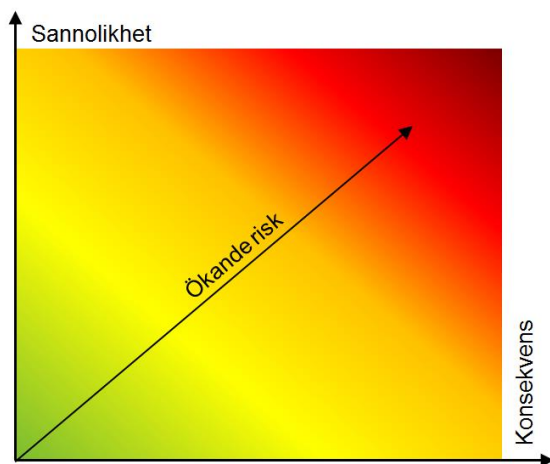
För att uppnå detta syfte har utredningen följande mål:

- Beskriva risksituationen med avseende på allvarliga olyckor som kan inträffa på de utpekade lederna för farligt gods i tätorten.
- Beskriva lämpliga schablonmässiga skyddsavstånd för olika typer av bebyggelse, dels utan andra åtgärder, dels med byggnadstekniska åtgärder.
- Beskriva när riktlinjerna inte är tillräckliga, och då det därmed krävs detaljerade riskanalyser av sakkunnig.

1.2 Riskdefinition

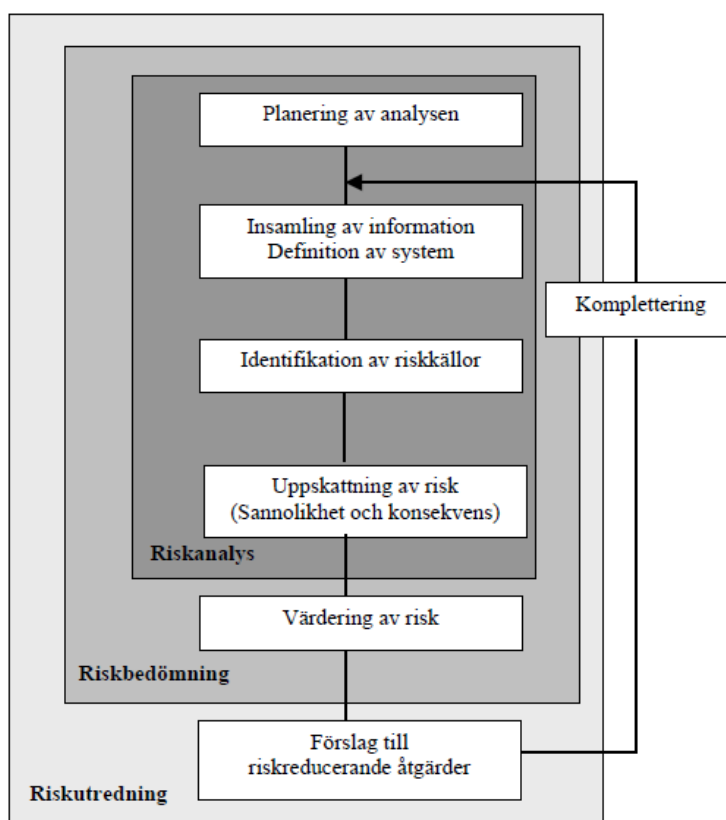
Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att den oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 1 illustrerar hur risken ökar 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 (Sprängämnesinspektionen, 2000).

1.3 Omfattning och avgränsningar

Arbetet omfattar järnvägstrafiken genom Markaryds tätort samt väg 15 och E4:an (se Figur 3). Både väg 15 och E4:an är statliga vägar med Trafikverket som väghållare. I Figur 3 är även väg 117 markerad som en primär led för farligt gods, denna väg ingår dock inte i riskutredningen.



Figur 3. Översiktsbild över Markaryds tätort tillsammans med de godsleder som är utmärkta som primära leder för farligt gods (de rödmarkerade lederna).

Riskutredningen omfattar risker förknippade med allvarliga olyckor på väg eller järnväg som kan påverka planerad bebyggelse i omgivningen. Fokus är alltså att utreda olycksrisker för personer som befinner sig i den bebyggelse som kan komma att planeras intill transportleder.

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 antal tåg och vägfordon och transporter med farligt gods (både för väg och för järnväg). Detta omfattar beskrivning av vilka typer och mängder farligt gods som är aktuella.
- En uppskattning av risknivån utifrån ovanstående underlag genom modellberäkningar och expertbedömningar.

6(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS

- Beräknade risknivåer värderas mot relevanta kriterier (föreslagna i kapitel 3) och därefter föreslås strategier för hur dessa risker kan hanteras vid fysisk planering i Markaryds tätort.

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods och olika händelseförlopp vid en olycka redovisas i bilaga A. Frekvensberäkningarna beskriver bland annat hur ofta en urspårning eller 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.

1.5 Förkortningar

ADR-S - Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng. Bokstaven "S" står för att det är den svenska utgåvan.

RID-S - Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg. Bokstaven "S" står för att det är den svenska utgåvan.

ALARP - As Low As Reasonably Practible (så lågt som det är praktiskt rimligt).

RIKTSAM – Riskhänsyn i samhällsplaneringen, Länsstyrelsen i Skåne läns riktlinjer för hur risker med transport av farligt gods ska hanteras vid bebyggelseplanering intill väg och järnväg.

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".

I Markaryds kommuns översiktsplan från år 2010 framgår det att Länsstyrelsen har fattat ett sådant beslut för att utöka det byggnadsfritt avstånd vid E4:an, där har det byggnadsfria avståndet utökats till 50 meter (Markaryds Kommun, 2010).

2.4 Riktlinjer från Trafikverket för järnväg

Som stöd i samhällsplanering kring järnvägar har Trafikverket tagit fram publikationen *Transportsystemet i samhällsplaneringen* (2013) och i denna rekommenderas generellt ett bebyggelsefritt avstånd från spår på 30 meter (från spårmittpå på närmaste spår) för ny bebyggelse. Utdrag ur publikationen:

"Ett sådant avstånd ger utrymme för räddningsinsatser om det skulle ske en olycka, och det möjliggör en viss utveckling av järnvägsanläggningen. Verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligtvis vistas, till exempel parkering, garage och förråd, kan dock finnas inom 30 meter från spårmittpå. Hänsyn bör dock tas till möjligheterna att underhålla järnvägsanläggningen och bebyggelsen."

2.5 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.

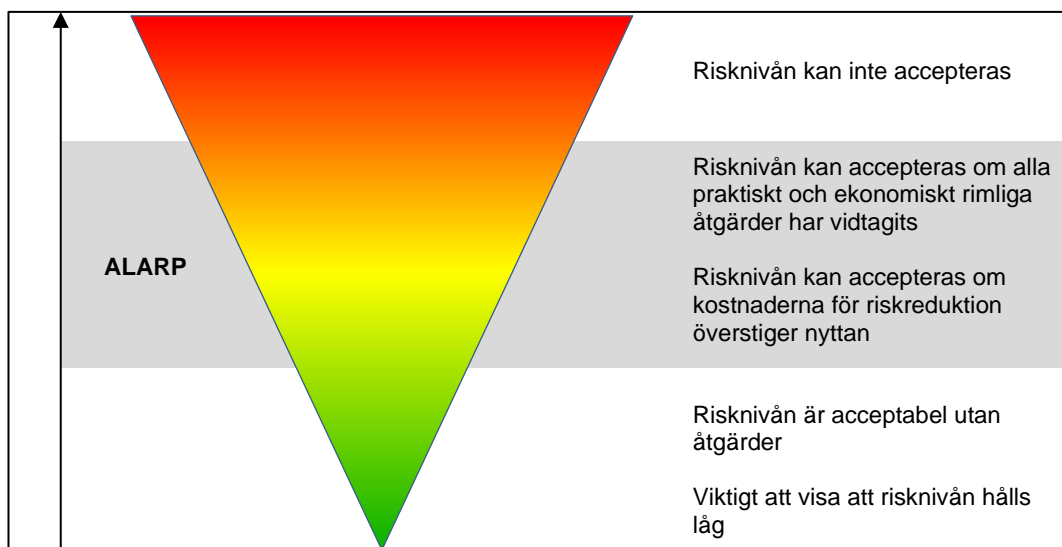
Rimlighetsprincipen: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

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 4).

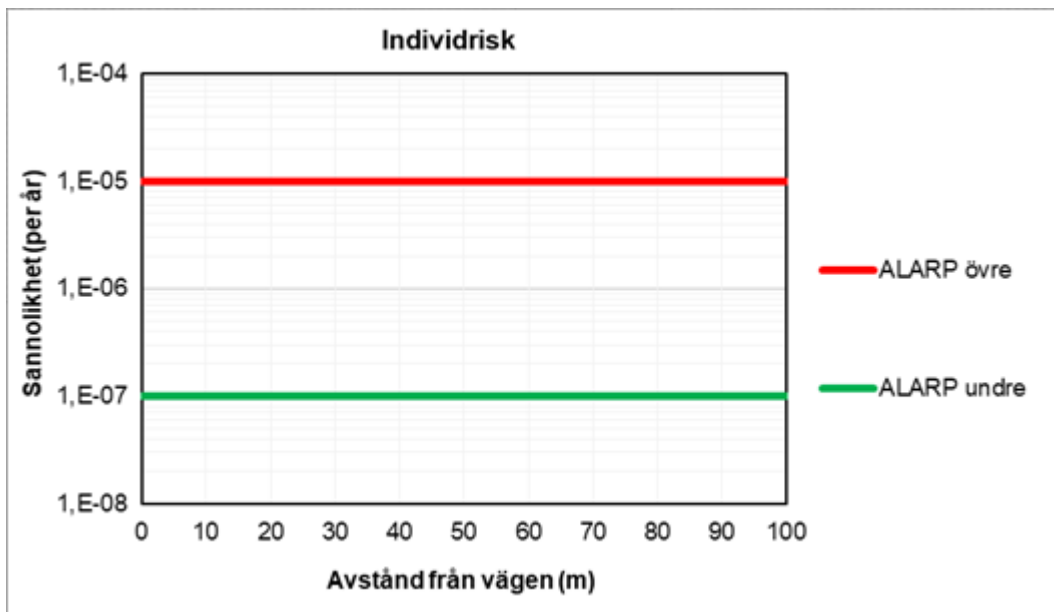


Figur 4. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisik från farlig verksamhet och transporter. Dessa har kommit att bli de riskkriterier som regelmässigt

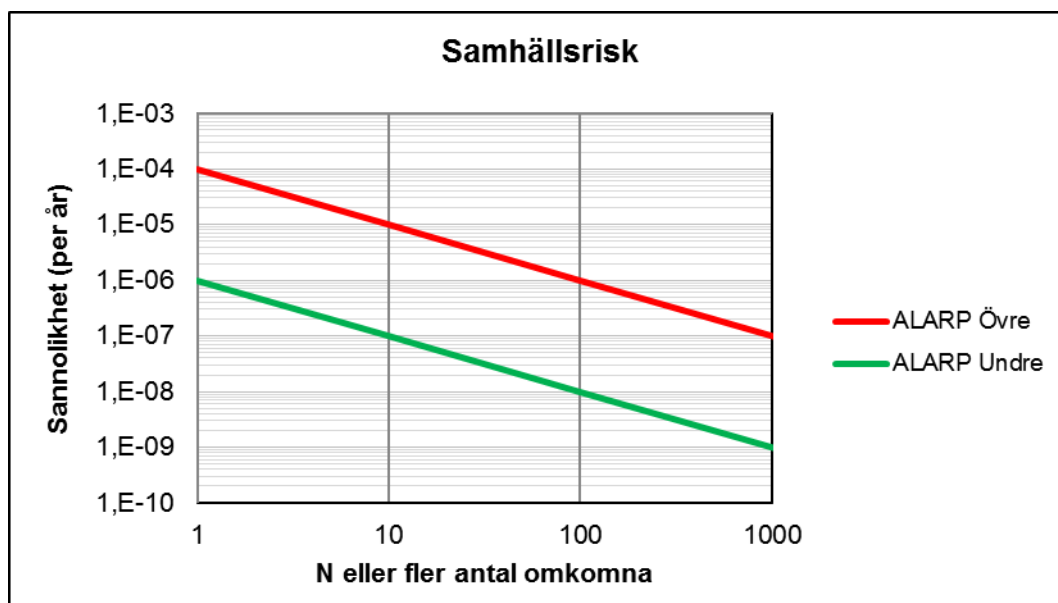
används för att värdera risk i Sverige, även om de ursprungligen var tänkta som ett underlag för diskussion.

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



Figur 5. 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 6.



Figur 6. Förslag till kriterier för samhällsrisk (Räddningsverket, 1997).

2.6 Riktlinjer från Länsstyrelsen i Skåne län

Länsstyrelsen i Skåne län (2007) har publicerat riktlinjer (ofta refererat som RIKTSAM och fortsättningsvis även kallat så) för hur risker med transport av farligt gods ska hanteras vid bebyggelseplanering intill väg och järnväg. Dessa riktlinjer är de som Länsstyrelsen i Kronobergs län huvudsakligen hittills hänvisat till. Länsstyrelsen i Kronobergs län har inte publicerat några riktlinjer som är specifika för Kronobergs län. I RIKTSAM anges att risker ska beaktas inom 200 meter från transportleden och där anges också lämpliga skyddsavstånd för olika typer av bebyggelse.

Enligt RIKTSAM kan risker hanteras på tre principiella sätt:

1. Att följa de generella skyddsavstånd som Länsstyrelsen anger för olika verksamheter (bör i normalfallet ge acceptabel risk).
2. Att visa att förhållandena på platsen motiverar avsteg från skyddsavstånden, exempelvis att konsekvenserna av en olycka skulle mildras genom befintliga platsspecifika barriärer.
3. Att genom beräkningar visa att risknivån (individ- och samhällsrisk) är acceptabel trots avsteg från de rekommenderade skyddsavstånden.

I RIKTSAM hänvisas till de riktlinjer för riskvärdering som anges i *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997), med tillägget att för känsligare verksamheter såsom sjukhus och flerbostadshus bör individrisk understiga 10^{-7} och samhällsrisk för en död 10^{-5} per år och för 100 döda 10^{-7} per år.

Nedan redovisas de schablonmässiga skyddsavstånd som anges i RIKTSAM som gäller för respektive bebyggelse (Tabell 1). Dessa utgör inte något absolut hinder för att placera olika typer av bebyggelse närmare, men det måste då enligt punkt 2 eller 3 ovan visas att risknivån ändå är acceptabel.

Tabell 1. Schablonmässiga skyddsavstånd för bebyggelse intill led för transport av farligt gods enligt riktlinjer som publicerats av Länsstyrelsen i Skåne län.

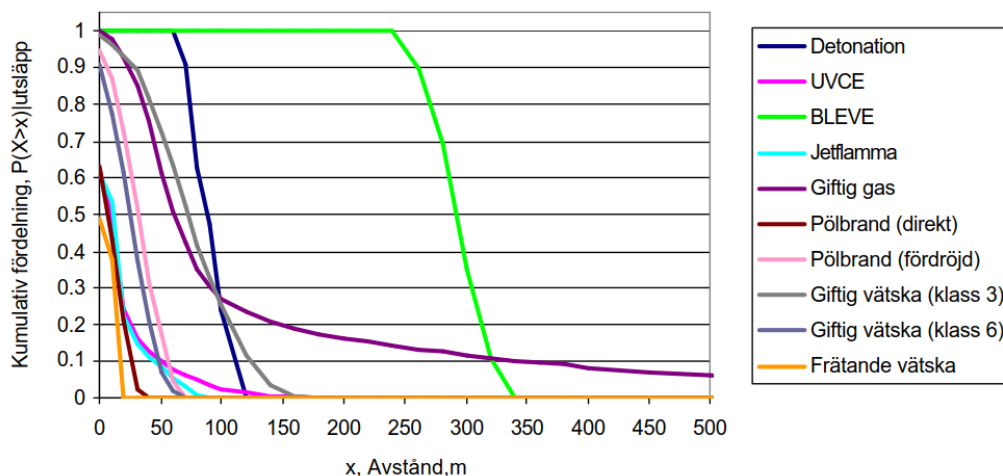
0-30 m	30-70 m	70-150 m	>150 m
-Parkering (ytparkering)	-Handel (sällanköpshandel)	-Bostäder (småhusbebyggelse)	-Bostäder (flerbostadshus i flera plan)
-Trafik	-Industri	-Handel (övrig handel)	-Kontor (hotell)
-Odling	-Bilservice	-Kontor (i ett plan, dock ej hotell)	-Kontor (hotell)
-Friluftsområde (t.ex. motionsspår)	-Lager (utan betydande handel)	-Lager (även med betydande handel)	-Vård
-Tekniska anläggningar	-Tekniska anläggningar	-Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarpåse)	-Skola
	-Parkering (övrig)	-Centrum	-Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarpåse)
		-Friluftsområde	
		-Kultur	

Nedanstående faktorer ligger till grund för indelningen i hur marken kan användas:

- Antal personer i en byggnad eller ett område. Större antal personer innebär att samhällsrisken är högre.
- Persontätheten i en byggnad eller ett område. Många personer på samma plats innebär större sannolikhet för ett stort skadeutfall. Indirekt ger ökad persontäthet ett större antal personer.
- Status på personer (vakna eller sovande). Vakna personer har bättre möjlighet att inse fara och att påverka sin säkerhet.
- Förmåga att inse fara och möjlighet att själv påverka sin säkerhet. Vuxna människor med full rörlighet har bättre möjligheter att påverka sin situation, än t.ex. små barn och personer med vissa funktionshinder.
- Kännedom om byggnader och område. Kunskap om byggnader och område ger en större trygghet och möjlighet att agera än i okända byggnader eller områden.

Det är värt att notera att de trafikleder som användes som utgångspunkt för skyddsavstånden i RIKTSAM var E4 och Södra stambanan vid Malmö bangård, och omfattar stora trafikmängder.

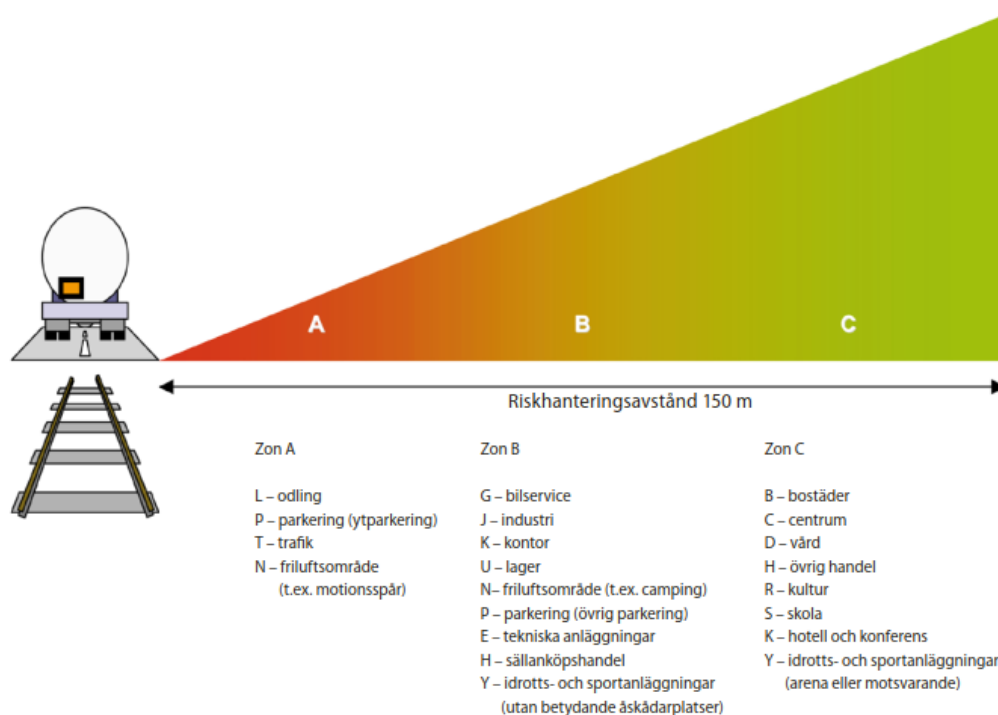
I RIKTSAM redovisas beräknade konsekvensavstånd för olika riskscenarion (Figur 7). Eftersom de flesta (och mer sannolika) riskscenarion är kortare än 150 meter, har därför detta angivits som ett lämpligt skyddsavstånd för känsligare bebyggelse.



Figur 7. Sannolikheten att konsekvensavståndet når ett visst avstånd, per olycksscenario. För exempelvis BLEVE blir beräknat avstånd alltid minst 250 meter, men inte över 350 meter.

2.7 Riskpolicy från Stockholm, Skåne och Götalands län

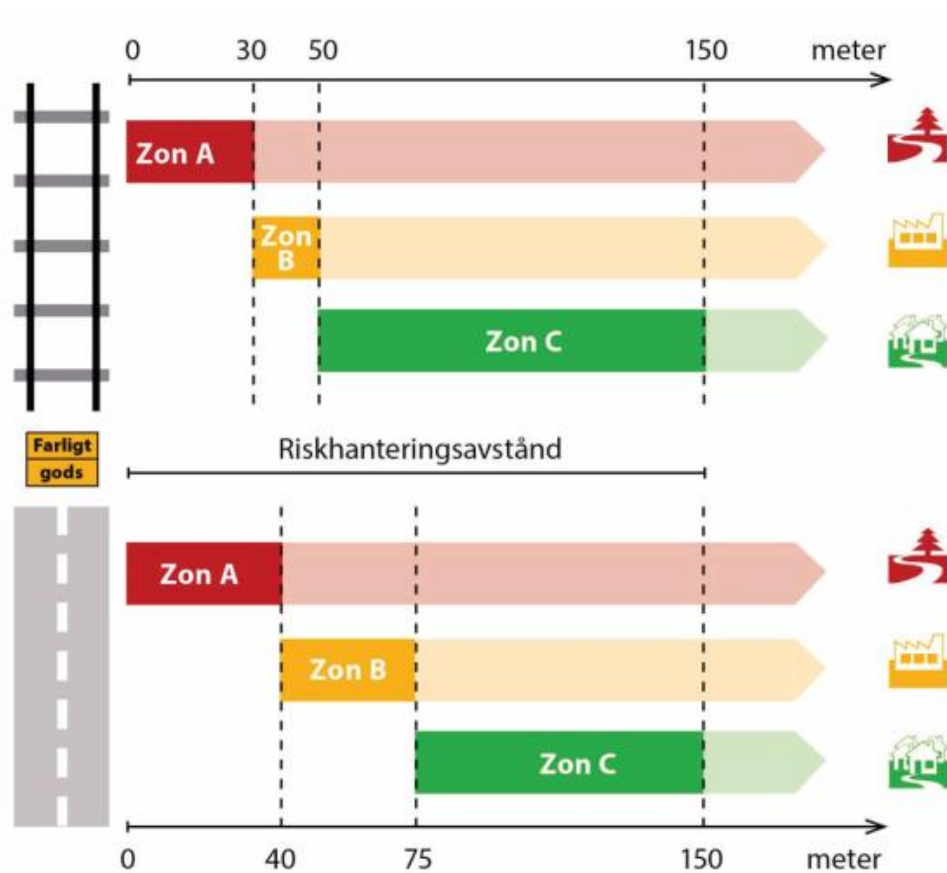
Länsstyrelsen i de tre storstadslänen Stockholm, Skåne och Västra Götalands län (2006) publicerade en gemensam riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods. I denna rekommenderas att hälsa och säkerhetsfrågor beaktas så tidigt som möjligt i planprocessen. I dokumentet redovisas att risker alltid bör undersökas inom 150 meter från transportleder med farligt gods. En indikativ zonindelning utan fasta gränser för olika typer av bebyggelse redovisas enligt Figur 8.



Figur 8. Zonindelning med lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods – väg och järnväg. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering (Länsstyrelsen i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006).

2.8 Riktlinjer Stockholms län

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

Figur 9. Rekommenderade skyddsavstånd i Stockholms län mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning.

2.9 Jämförelse med andra risker i samhället

För att sätta riskkriterierna i ett sammanhang har en sammanställning gjorts av uppskattade sannolikheter för att omkomma av olika orsaker för en genomsnittlig person i Sverige. I Sverige dör i snitt 1 person per 100 varje år.¹ För en enskild individ skiljer sig sannolikheten givetvis dramatiskt beroende på ålder och en rad andra faktorer. Lägst sannolikhet att omkomma gäller för åldersgruppen 5–14 åringar där endast 1 på 10 000 omkommer varje år (samtliga dödsorsaker). Olika sannolikheter för att omkomma av olika orsaker illustreras i Tabell 2.

Tabell 2. Sannolikheten för att omkomma av olika orsaker för en genomsnittlig person i Sverige. ALARP kriterierna för farligt gods olyckor illustrerat till höger i tabellen.

1/100 år (10^{-2})	Alla dödsorsaker	
1/1 000 år (10^{-3})	Skador och förgiftningar	
1/10 000 år (10^{-4})	Byggarbetsplatsolycka, trafikolycka, samtliga dödsorsaker 5–14 åringar	
1/100 000 år (10^{-5})	Drunkning, bostadsbrand	ALARP
1/1 000 000 år (10^{-6})	Tågolycka, flygolycka	
1/10 000 000 år (10^{-7})	Träffad av blixten	
1/100 000 000 år (10^{-8})	Träffad av störtande flygplan	

¹ <http://www.socialstyrelsen.se/statistik/statistikdatabas/dodsorsaker>

3 Förslag till riskvärderingskriterier för Markaryd

Risker bör beaktas inom 150 meter från transportleder enligt följande motiveringar:

- Detta ligger i linje med andra publicerade riktlinjer.
- De allra flesta olyckshändelser har ett påverkansområde kortare än detta avstånd.
- För de olyckshändelser som kan ge påverkan på längre avstånd, exempelvis. utsläpp av giftig gas eller BLEVE hade mycket längre avstånd behövts för att förhindra personskador, vilket bedöms vara orimligt i förhållande till de låga sannolikheterna för dessa olyckor.

Med utgångspunkt i riktlinjerna från Skåne län föreslås följande kriterier för värdering av beräknade risknivåer intill transportleder med farligt gods:

- För ej känslig verksamhet kan individrisknivån överstiga 10^{-5} per år.
- För mindre känslig verksamhet ska individrisknivån understiga 10^{-5} per år.
- För normalkänslig verksamhet ska individrisknivån understiga 10^{-6} per år.
- För känslig verksamhet ska individrisknivån understiga 10^{-7} per år,

I Tabell 3 ges exempel på hur olika verksamheter kan kategoriseras utifrån deras känslighet mot olycka med farligt gods.

Tabell 3. Exempel på kategorisering av verksamheter.

Ej känslig verksamhet	Mindre känslig verksamhet	Normalkänslig verksamhet	Mycket Känslig verksamhet
Fåtal personer Tillfällig vistelse	Fåtal personer Vakna	Persontät verksamhet, men där personer är vakna Fåtal sovande med god lokalkännedom, eller höga krav på brandskydd (hotell)	Hög persontäthet Särskilt känsliga individer som har svårt att utrymma själva
-Parkering (ytparkering) -Trafik -Odling -Friluftsområde (t.ex. motionsspår) -Tekniska anläggningar	-Handel (sällanköpshandel) -Industri -Bilservice -Lager (utan betydande handel) -Tekniska anläggningar -Parkering (övrig)	-Bostäder (småhusbebyggelse) -Handel (övrig handel) -Kontor/hotell -Lager (även med betydande handel) -Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats) -Centrum -Kultur	-Vård -Skola -Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats) - Större samlingslokaler

Oavsett bebyggelse typ ska samhällsrisken utmed en sträcka på 1 km förbi området understiga 10^{-5} per år för $N = 1$ och 10^{-7} per år för $N = 100$.

Med hänsyn till osäkerheter i beräkningarna och de argument som finns för att fokusera på att minimera konsekvenserna av en olycka (rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer) bedöms det även vara rimligt att genomföra vissa riskreducerande åtgärder oavsett beräknade risknivåer.

18(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS

4 Riskidentifiering

Denna riskutredning omfattar allvarliga olyckor som kan inträffa på väg eller järnväg 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 kategorier av olyckor har identifierats som relevanta att analysera:

- Urspårning av tåg som leder till allvarliga olyckor antingen genom
 - direkt påkörning eller ras i byggnad vid påkörning
 - efterföljande olycka med farligt gods.
- 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. Avåkningsolyckor bedöms därför inte utgöra en betydande risk i Markaryd.

4.1 Påkörning vid urspårning

Vid urspårning kan en vagn spåra ur och direkt avvika från spåret. Alternativt kan en vagn spåra ur och släpas längs spåret utan större sidoavvikelse, en relativt lång sträcka, för att sedan avvika från spårområdet vid exempelvis en kurva eller en växel. Hur lång sträcka där en urspårning kan tänkas påverka den aktuella fastigheten beror på lokala förhållanden. Figur 10 visar ett foto från en olycka i New York, och illustrerar en ovanlig urspårning med stora sidoavvikelser

För detaljer kring beräkning av sannolikhet att ett tåg spårar ur, och att det därefter träffar ett objekt eller en person längs spåret, se Bilaga A.



Figur 10. Urspårning av ett passagerartåg i New York 2013. Källa: Wikimedia Commons.

4.2 Farligt gods

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-S² och för väg ADR-S³. Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport, se huvudklasserna i *Tabell 4*.

Tabell 4. 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

² MSBFS 2016:7, RID-S 2016. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

³ MSBFS 2016:8, ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

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.

4.2.1 Transporter genom Markaryd

Järnväg

Trafikdata för järnvägen har inhämtats från Trafikverkets basprognos för järnvägstrafik år 2040. Prognosen är att ca 4 godståg och 36 persontåg kommer trafikera järnvägsbanan genom Markaryd.⁴

Väg

Trafikdata för de två vägarna, E4:an och riksväg 15, har inhämtats från Trafikverkets tjänst Trafikflödeskartan som presenterar trafikflöden på det statliga vägnätet.

För E4:an finns trafikmätningar från 2015 och 2016 på de avsnitt av E4:an som är lokaliserade vid Markaryds tätort. På den mest trafikerade delen av denna väg uppnås, enligt trafikmätningarna, en total ÅDT på ungefär 15 000 fordon. I samma mätning anges ÅDT för lastbilar på samma sträckning till 4 090 lastbilar.

För väg 15 finns trafikmätningar från 2015 som visar en total ÅDT på 3 150 fordon för den mest trafikerade delen av väg 15 som är lokaliserad vid Markaryds tätort. I samma mätning anges ÅDT för lastbilar på samma sträckning till 530 lastbilar.

Utifrån detta underlag har en trafikuppräknings genomförts med hjälp av Trafikverkets trafikuppräkningsstat EVA för prognosåret 2040, hur trafikuppräkningsstaten har gjorts beskrivs mer ingående i bilaga A. Resultatet av trafikuppräkningsstaten för de två vägarna presenteras i

Tabell 5 och Figur 11. Vid beräkningarna av individ- och samhällsriskerna har de högsta värdena för ÅDT på respektive väg använts för att vara konservativ, det vill säga total ÅDT på 19 000 fordon och ÅDT för lastbilar på 5 100 för E4 samt total ÅDT på 3 400 fordon och ÅDT för lastbilar på 670 fordon för riksväg 15.

⁴ Mailkontakt med Bo Svensson, Trafikverket, 2020-02-06.

Tabell 5. Beräknade trafikmängder för prognosår 2040.

Mätpunkt	Väg	Mätår	ÅDT 2040	ÅDT 2040 tung
A	E4	2015	15 000	4 000
B	E4	2016	19 100	5 100
C	E4	2015	16 800	4 700
D	Väg 15	2015	4 100	660
E	Väg 15	2015	3 500	670

Figur 11. Beräknade trafikmängder för prognosår 2040.

Statistik för Sverige visar att av antalet körda kilometer utgör ca 3 % av transporter med farligt gods⁵. Detta varierar något mellan åren, ett intervall på 3–3,5 % har använts i beräkningarna, med en fördelning per klass enligt Tabell 6. 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 6. 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 %

4.2.2 Farligt gods olyckor – järnväg

Transport av farligt gods ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på vagnar 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 urspårning, kollision mellan tåg, 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

⁵ Statistik hämtats på Trafikanalys hemsida för åren 2014-2017. <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>

vagnar bedöms dock i första hand vara en risk som är relevant att hantera vid och i närheten till bangårdar där det sker regelbunden uppställning av farligt gods eller vid större rangerbangårdar.

Kollisioner mellan tåg bedöms utifrån Banverkets underlag (2001) vara för sällsynta för att ge något betydande riskbidrag.

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

Risken analysen utgår därmed från att urspårningar är den grundläggande händelse som kan leda till olycka där farligt gods kan utgöra en fara för omgivningen. Urspårningar inträffar årligen i Sverige, i princip alltid utan några allvarliga effekter på omgivningen. Urspårningar som leder till utsläpp av farligt gods är mycket sällsynta, och skattningar av sannolikheter görs därför med relativ stor osäkerhet. Det har dock inträffat allvarliga olyckor om perspektivet vidgas till hela världen, så det finns visst underlag för att kunna uppskatta sannolikheten att en urspårning leder till utsläpp av farligt gods. Detta med reservation bland annat för att andra krav gäller, samt tekniska system förekommer, än i Sverige.

4.2.3 Farligt gods olyckor – väg

Även för 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. 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 de aktuella godslederna. 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 urspårning eller lastbilsolycka per år (förväntad frekvens)
$P_{utsläpp olycka}$	är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en urspårning eller 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.

5.1.1 Järnvägen genom Markaryd

För järnvägssträckan Markarydsbanan ligger individrisknivån inom ALARP-området upp till ca 25 meter från spår (Figur 12). Urspårningar utgör större delen av individrisken på avstånd upp till 25 meter.

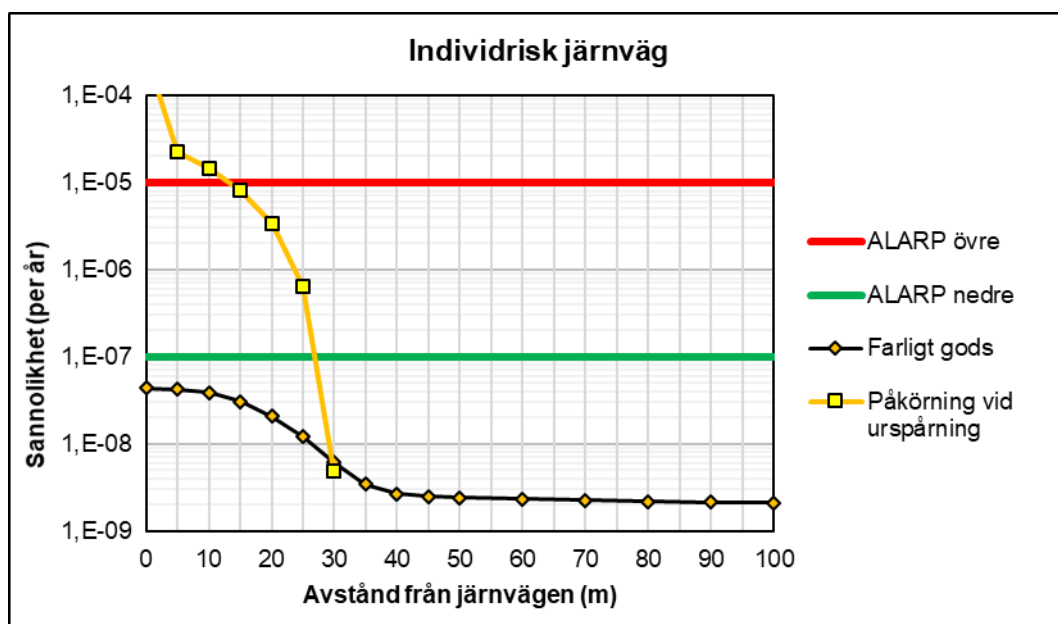
För järnvägen genom Markaryd finns det inte några större höjdskillnader eller andra befintliga barriärer som behöver beaktas. I stationsområdet finns dock perronger som

kraftigt minskar riskerna för att tågen kan avvika i sidled. Detta har dock inte beaktats i de generella beräkningar som redovisas nedan.

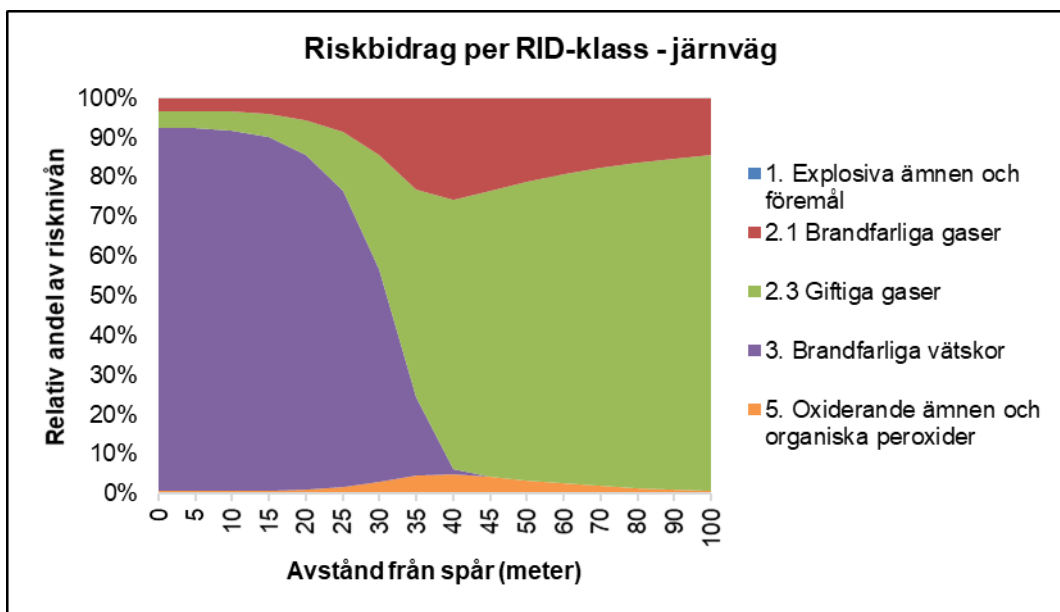
I Figur 13 redovisas individriskbidraget från respektive RID-klass. Att olycka med brandfarlig vätska utgör så stor andel av individriskbidraget beror i huvudsak på att vätska transporteras i vagnar som inte tål lika stora påfrestningar som de vagnar där gaser transporteras.

Brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tankar som tål större påfrestningar (så kallade tjockväggiga tankar) och sannolikheten för en olycka med utsläpp är relativt låg, men med potentiellt väldigt långa konsekvensavstånd. På längre avstånd blir utsläpp av giftiga gaser mest avgörande för individrisknivån. Detta då olyckor med brandfarlig vätska (t.ex. pölbrand) har relativt korta konsekvensavstånd (ca 30 m) vilket kan ses i Figur 18 och Figur 19.

Klass 1 (explosiva ämnen) och 5 (oxiderande ämnen) utgör, enligt beräkningarna (se Figur 13), en liten andel av individrisknivån.



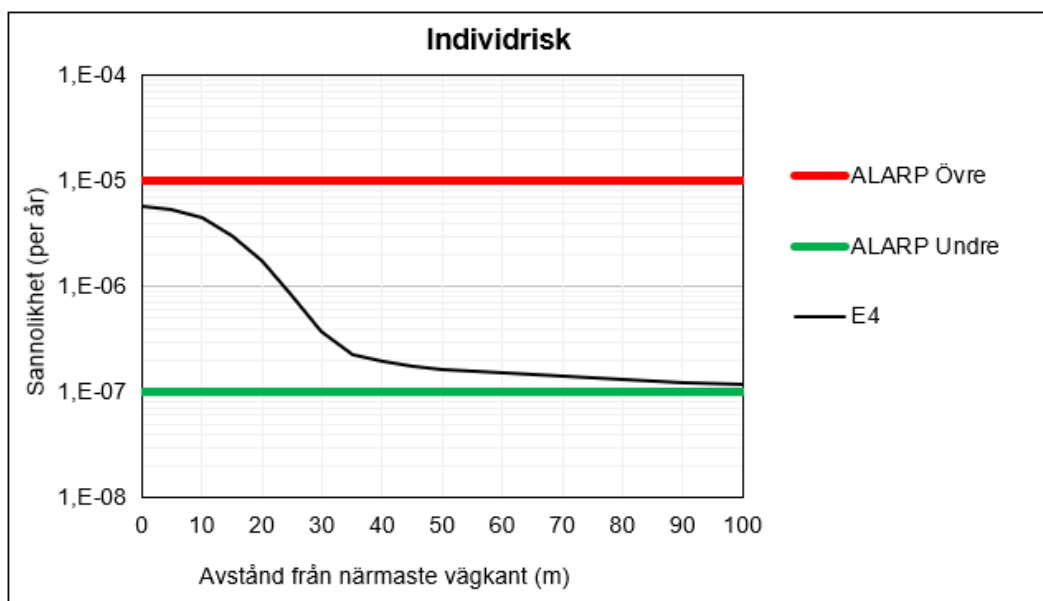
Figur 12. Individrisk vid Markarydsbanan för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



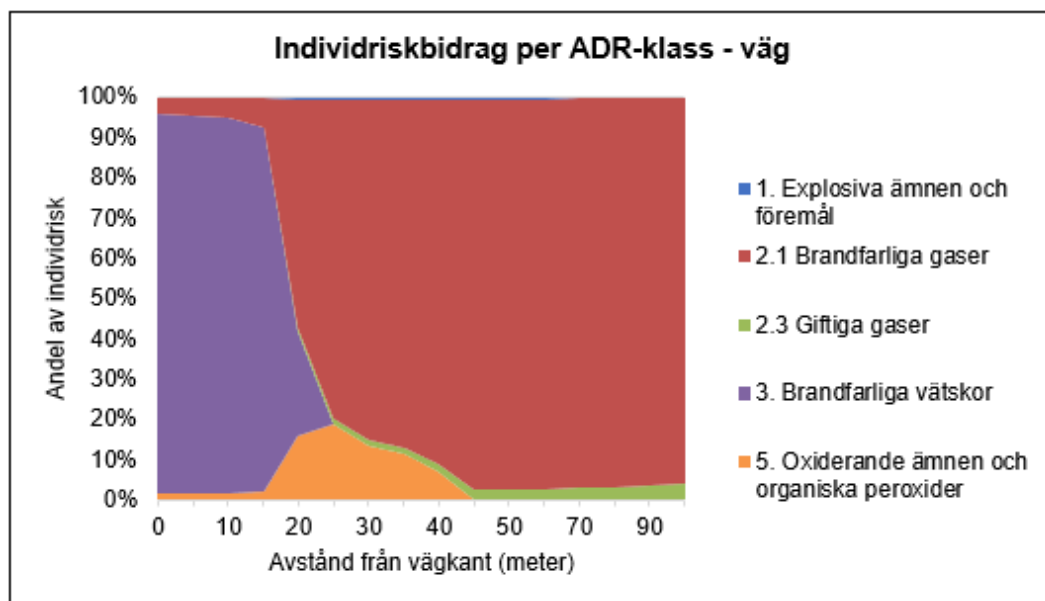
Figur 13. Andel av Individriskbidraget per RID-klass, fördelat på olika avstånd från järnvägen. Observera att RID-klass 1 utgör en så liten del av riskbidraget att det inte är synlig i diagrammet.

5.1.2 E4

Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av E4:an redovisas i Figur 14. Beräkningarna visar att individrisken är inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas. I Figur 15 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från E4:an.



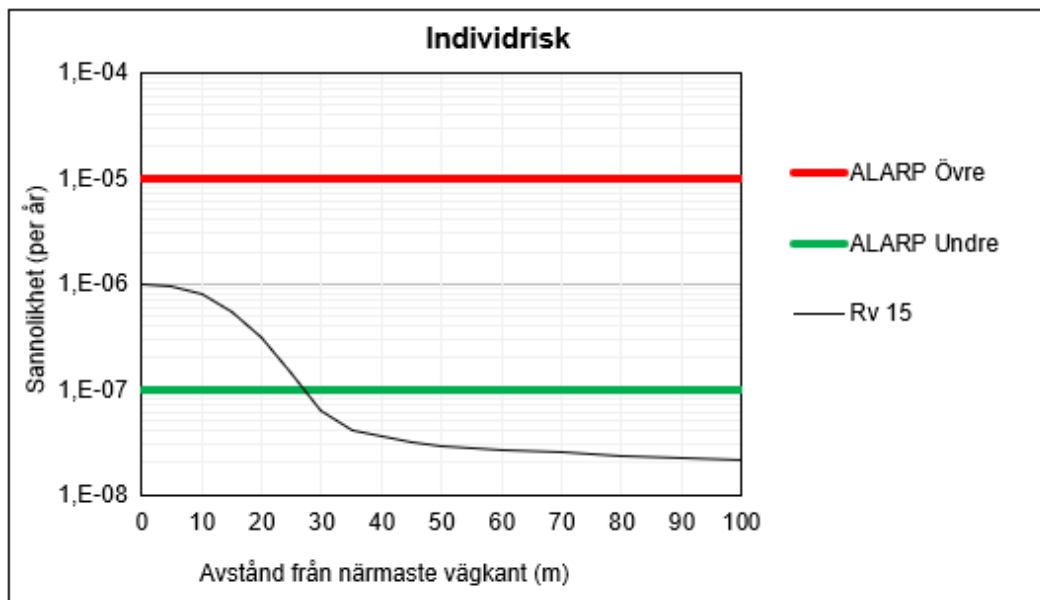
Figur 14. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods på E4:an för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 15. Individriskbidrag per ADR-klass från farligt gods som transporteras på E4:an, fördelat på olika avstånd från vägen. Observera att ADR-klass 1 utgör en så liten del av riskbidraget att det inte är synlig i diagrammet.

5.1.3 Riksväg 15

Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av riksväg 15 redovisas i Figur 16. För individriskbidrag per ADR-klass se Figur 15.



Figur 16. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods på riksväg 15 för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.

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.

Samhällsrisken påverkas av hur omgivningen bebyggs.

Samhällsrisken 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 järnvägen. Att hålla nere persontätheten för att minska samhällsrisken är en möjlig åtgärd och därför redovisas effekten av olika avstånd och olika persontätheter.

Utgångspunkten för samhällsriskberäkningarna är att bebyggelsefritt avstånd gäller fram till den nivå där individrisken har avtagit under 10^{-7} .

5.2.1 Persontäthet

Beräkningarna utgår från tät stadsbebyggelse (15 000 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 15 000 personer/km² för Markaryd. Detta så att denna riskutredning även ska kunna användas för områden där tät bebyggelse planeras.

Som exempel är det 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 fastighet⁶. Denna persontäthet är dock inte relevant att använda vid beräkningar för samhällsrisk för Markaryds 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 och vilket innebär att det inte är sannolikt att persontätheten är så pass hög.

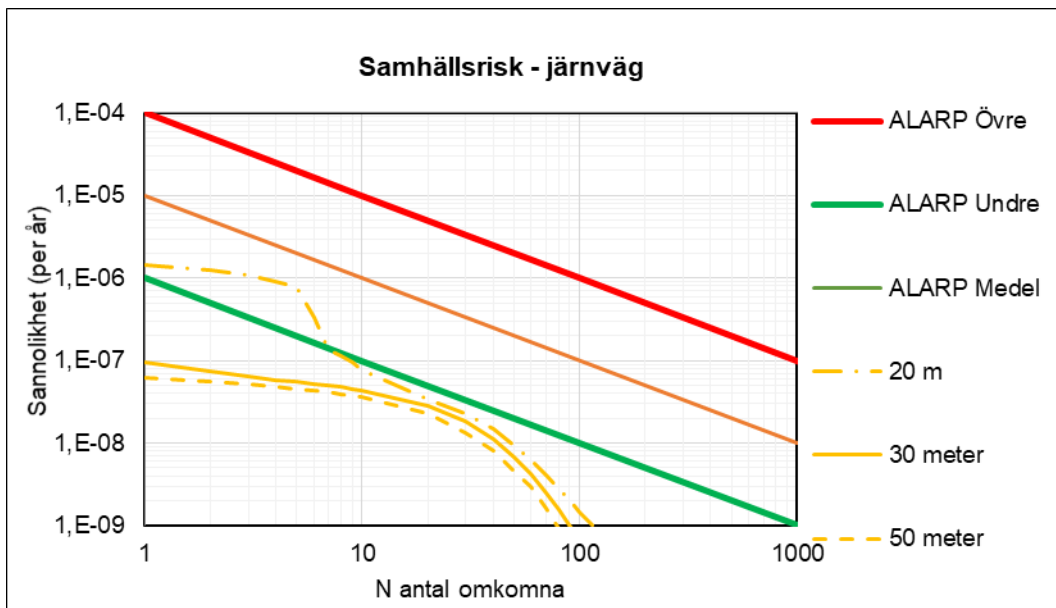
Beroende på hur marken används närmast riskkällan går det inte att utesluta att det befinner sig personer i detta område. Persontätheten antas dock vara låg och uppskattas till 200 personer per kvadratkilometer (vilket skulle innebära att det på ett område stort som en fotbollsplan skulle uppehålla sig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

5.2.2 Järnvägen genom Markaryd

I Figur 17 nedan redovisas samhällsriskberäkningar för Markarydsbanan genom centrala Markaryd.

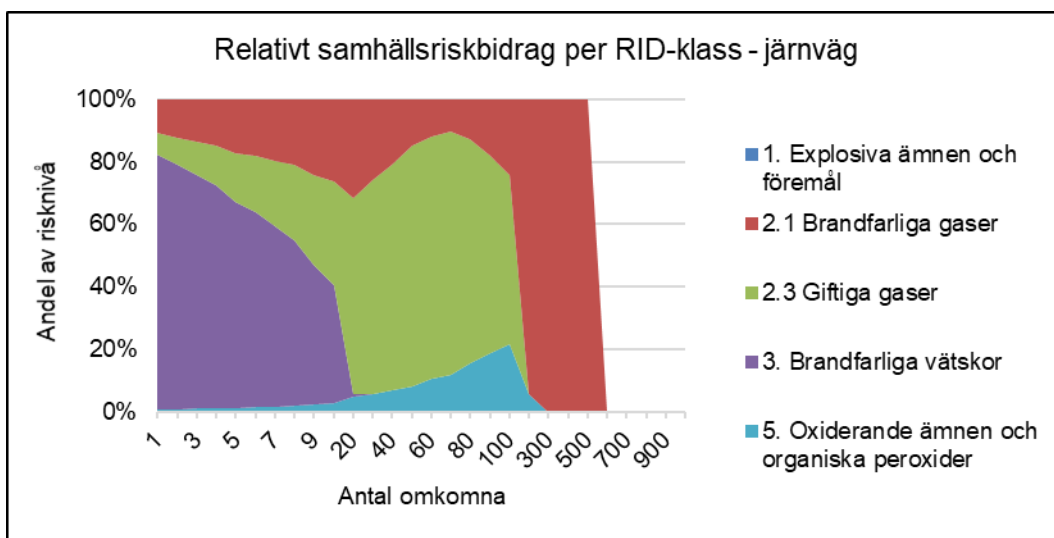
Vid 25 meter sjunker individrisken markant eftersom direkt påkörning vid en urspårning är osannolikt bortom detta avstånd, vilket också ger avtryck i samhällsrisknivåerna. Därefter minskar samhällsrisken främst i intervallen 10-100 omkomna.

⁶ $10 \times 8 / 0,002 \text{ km}^2 = 40\,000$

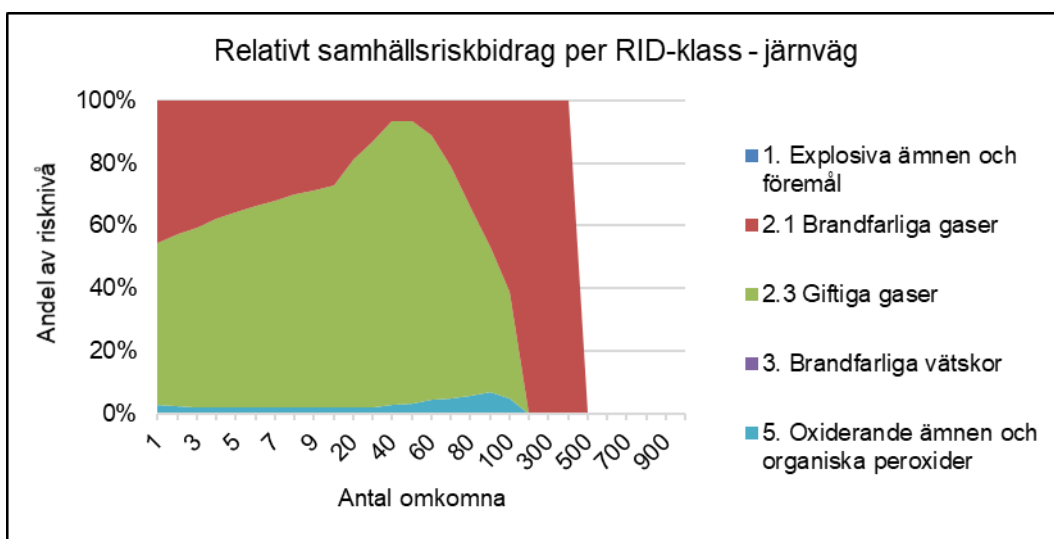


Figur 17. Samhällsrisknivå för Markaryd med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) på olika avstånd från spåret. Beräkningen baseras på den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.

Det relativa samhällsriskbidraget illustreras i Figur 18 (20 meters avstånd från järnvägsmitt) och Figur 19 (50 meters avstånd från järnvägsmitt). Nära transportleden utgör brandfarlig vätska en större andel av samhällsriskbidraget. På 50 meters avstånd utgör giftiga och brandfarliga gaser större del av samhällsriskbidraget. Brandfarlig vätska har relativt korta konsekvensavstånd medan utsläpp av brandfarlig och giftig gas kan spridas längre sträckor och antända längre bort från transportleden. På 50 meters avstånd är dock individrisken mycket låg (se Figur 12) och samhällsrisknivån ligger enligt beräkningen som illustreras i Figur 17 på en acceptabel nivå även med det kortaste skyddsavståndet 20 meter från järnvägsmitt.



Figur 18. Relativt samhällsrisksbidrag per RID-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 20 meter från järnvägsmitt. Observera att RID-klass 1 risksbidrag är så litet att det inte kan ses i diagrammet.

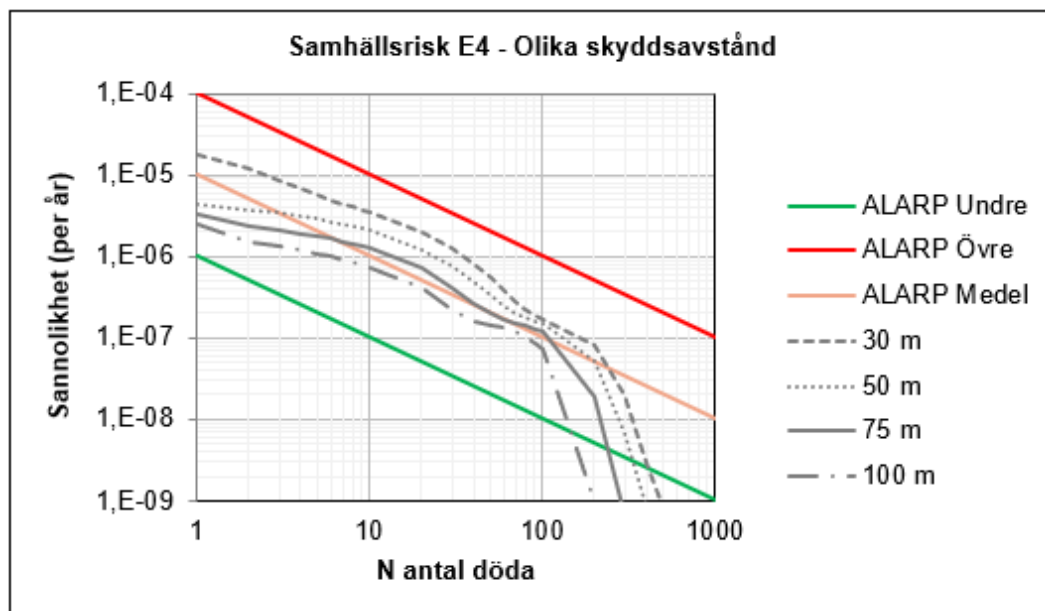


Figur 19. Relativt samhällsrisksbidrag per RID-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 50 meter från järnvägsmitt. Observera att RID-klass 1 risksbidrag är så litet att det inte kan ses i diagrammet.

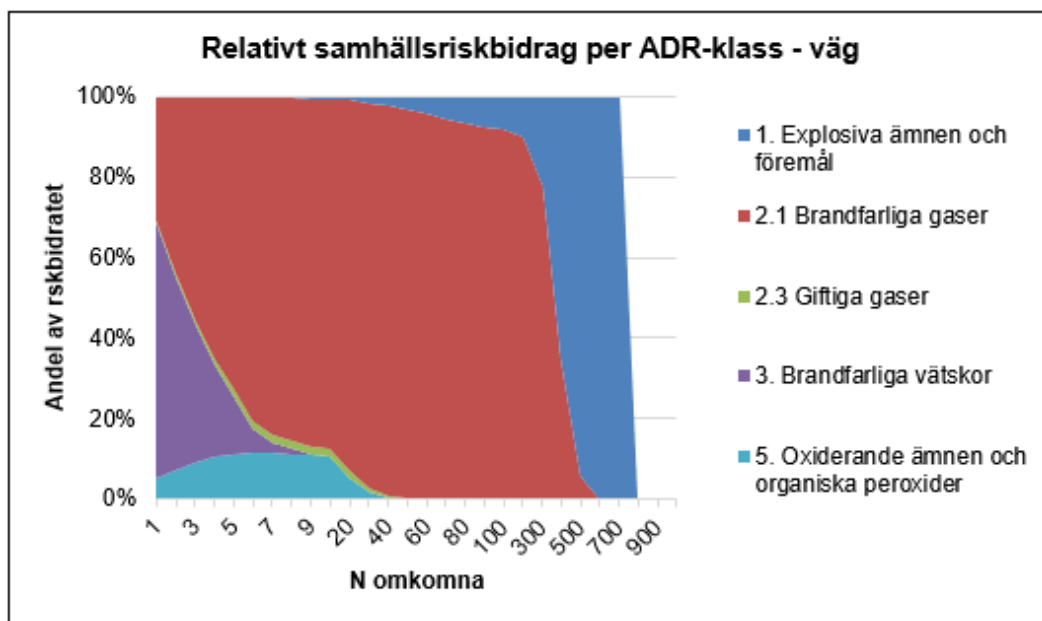
5.2.3 E4

Samhällsrisken har beräknats för ett område inom 150 meter från E4:an och resultatet presenteras i Figur 20. Det relativa samhällsrisksbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 21 och Figur 22 på avståndet 30 respektive 75 meter från vägen.

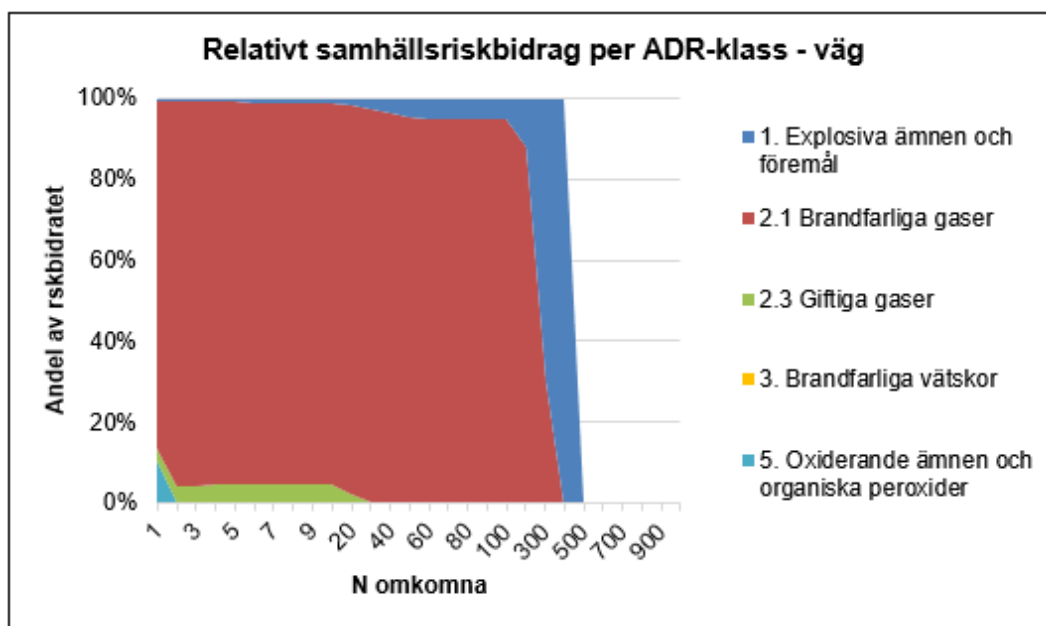
Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisken för E4:an vid Markaryds tätort ligger inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas.



Figur 20. Beräknad samhällsrisk för Markaryd med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) på olika skyddsavstånd från E4:an för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



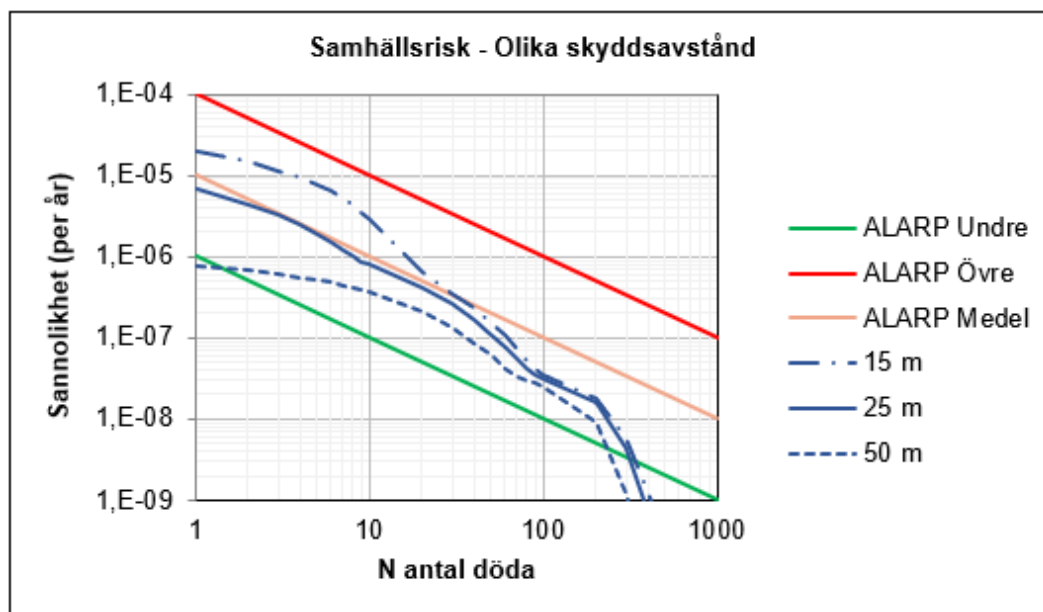
Figur 21. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 30 meter från E4.



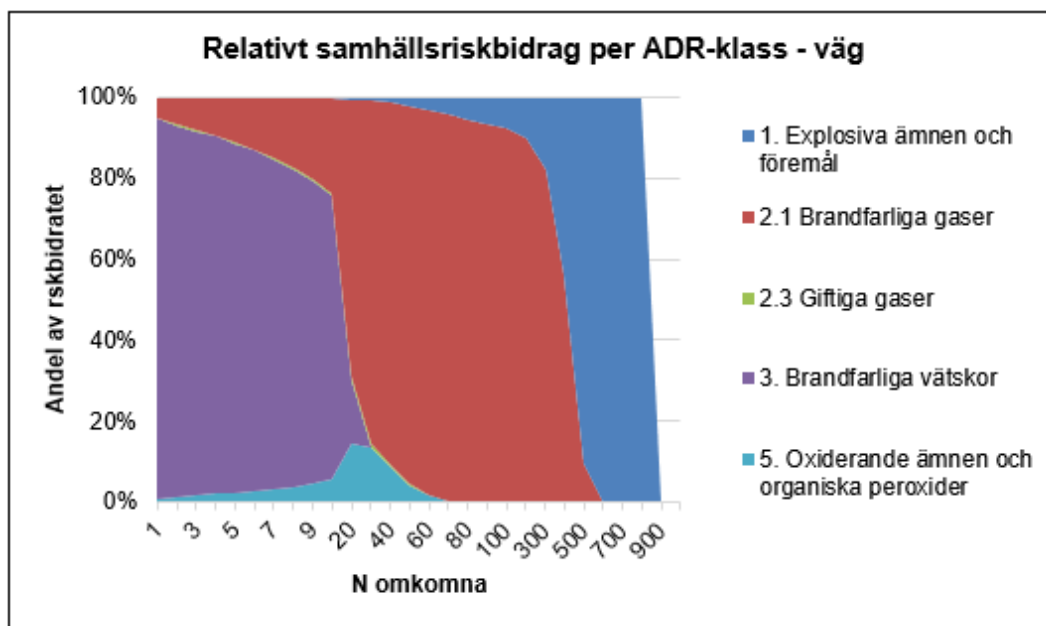
Figur 22. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 75 meter från E4.

5.2.4 Riksväg 15

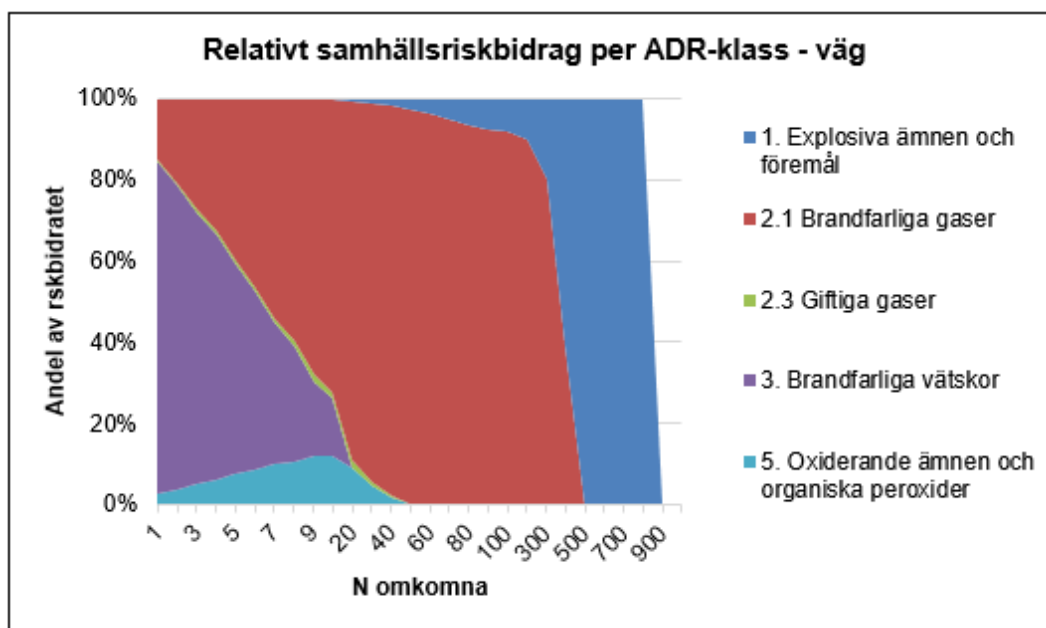
Samhällsrisken har beräknats för ett område inom 150 meter från riksväg 15 och resultatet presenteras i Figur 23. Det relativa samhällsrisksbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 24 och Figur 25 på avståndet 15 respektive 30 meter från vägen.



Figur 23. Beräknad samhällsrisknivå för Markaryd med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) på olika skyddsavstånd från riksväg 15 för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 24. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 15 meter från riksväg 15.



Figur 25. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (15 000 personer/km²) 30 meter från riksväg 15.

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 samhällsrisken som blir styrande både för väg och järnväg. För vissa händelser krävs mycket långa skyddsavstånd alternativt betydligt lägre persontäthet för att minska samhällsrisken.

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.

I RIKTSAM anges att för känsligare bebyggelse där många personer kan vistas ska samhällsriskenivå för 1 omkomna understiga en sannolikhet på 10^{-5} per år och för 100 omkomna 10^{-7} per år. Det är i första hand detta kriterium som styr vilka bebyggelsefria avstånd som rekommenderas.

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 det urspårande tåget. 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.

Konsekvenserna har endast utretts inom ett område 150 meter från spårområdet i enlighet med riskpolicyn för Skåne, Västra Götaland och Stockholms län (Länsstyrelsen i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006).

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 samhällsrisken.

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 allt annat oförändrat.

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 olycksscenario (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

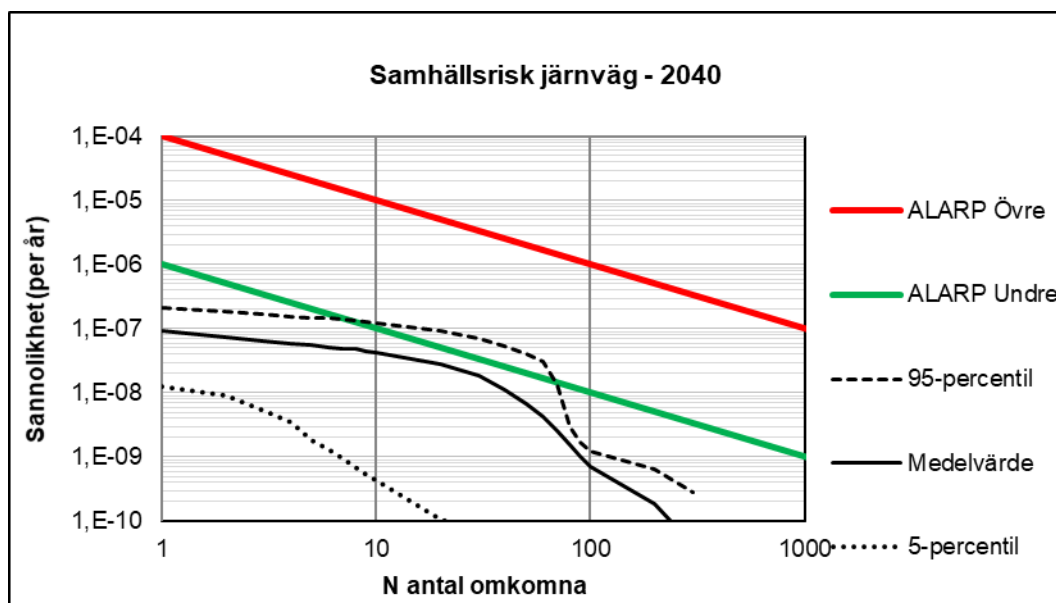
En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar på resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 5000 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.

Järnvägen

Riskenivåerna för både samhällsrisk och individrisk är för prognosticerad trafik 2040 relativt låga. Även om trafikmängden ökar med en tiopotens så hamnar inte individrisken från farligt gods inom ALARP (se Figur 12). Risken från urspårande tåg utgör större delen av individrisken men är endast oacceptabel inom ca 5 meter från spårmittpunkt. Enligt en publikation från Banverket (2001) hamnar ca 80 % av urspårningarna av godståg inom 5 meter från spåret. Inom ALARP bör dock rimliga riskreducerande åtgärder vidtas mot urspårande tåg.

Samhällsrisk ligger strax under ALARP för skyddsavstånd på 20 meter från järnvägsmittpunkt. Med skyddsavstånd på 30 meter krävs att risknivån ökar med mer än en tiopotens för att hamna nära ALARP-området och en sådan ökning av t.ex. persontäthet eller trafikmängd bedöms inte vara rimlig att ta hänsyn till. Då antaganden gjorda i beräkningarna redan är konservativa och då en risknivåerna kräver en orimlig ökning av trafikmängder eller persontäthet, bedöms att ytterligare känslighetsberäkningar inte är nödvändiga att genomföras.

I Figur 26 presenteras samhällsrisk för järnvägen tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmått. Då indata till beräkningarna bygger på intervall med olika fördelningar kan samhällsrisk variera. 90 % av de beräknade simuleringarna av samhällsrisk hamnar inom de streckade linjerna.



Figur 26. Beräknad samhällsrisk för järnvägen med skyddsavstånd 30 m. Området mellan de streckade linjerna representerar 90% av de simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.

E4

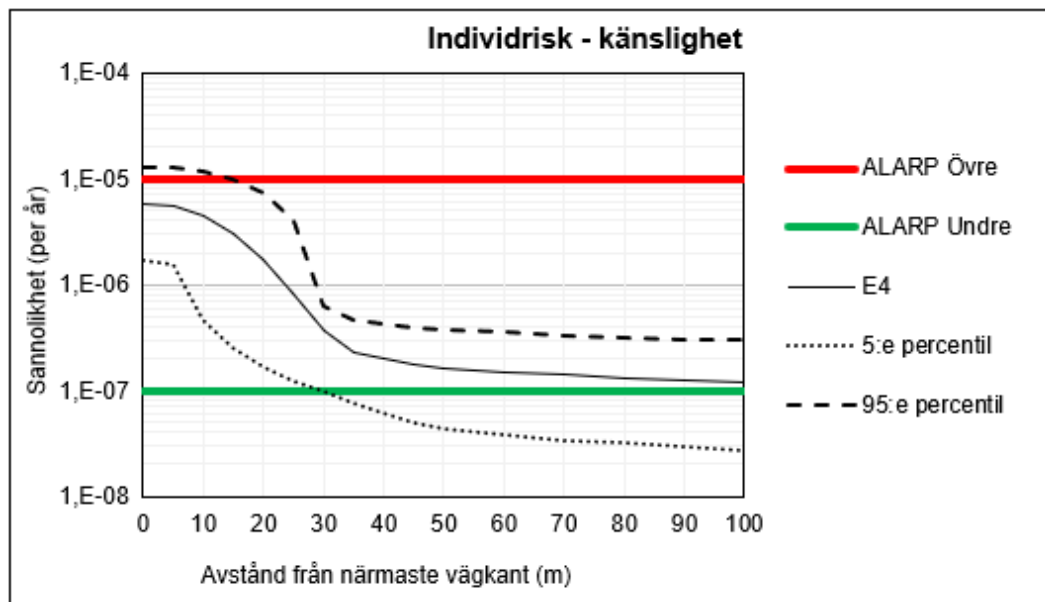
I beräkningarna av individrisk för E4:an på avståndet 30 m från vägkanten bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka
- Konsekvensavstånd för scenario UVCE

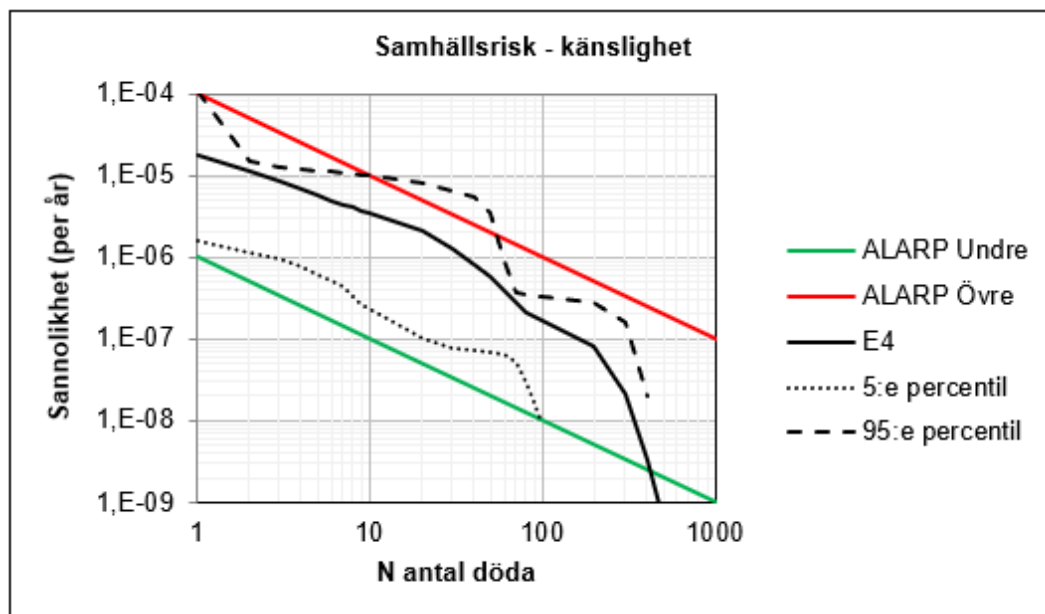
För samhällsrisken för 1 död på grund av olycka bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka
- Sannolikhet för scenario pölbrand givet utsläpp

I Figur 27 och Figur 28 presenteras individ- respektive samhällsrisken för E4:an tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmåten för 5000 Monte Carlo-simuleringar.



Figur 27. Beräknad individrisk för Markaryds tätort med avseende på farligt gods på E4:an. Området mellan de svarta, streckade linjerna representerar 90% av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 28. Beräknad samhällsrisik för E4:an. Området mellan de streckade linjerna representerar 90% av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.

Riksväg 15

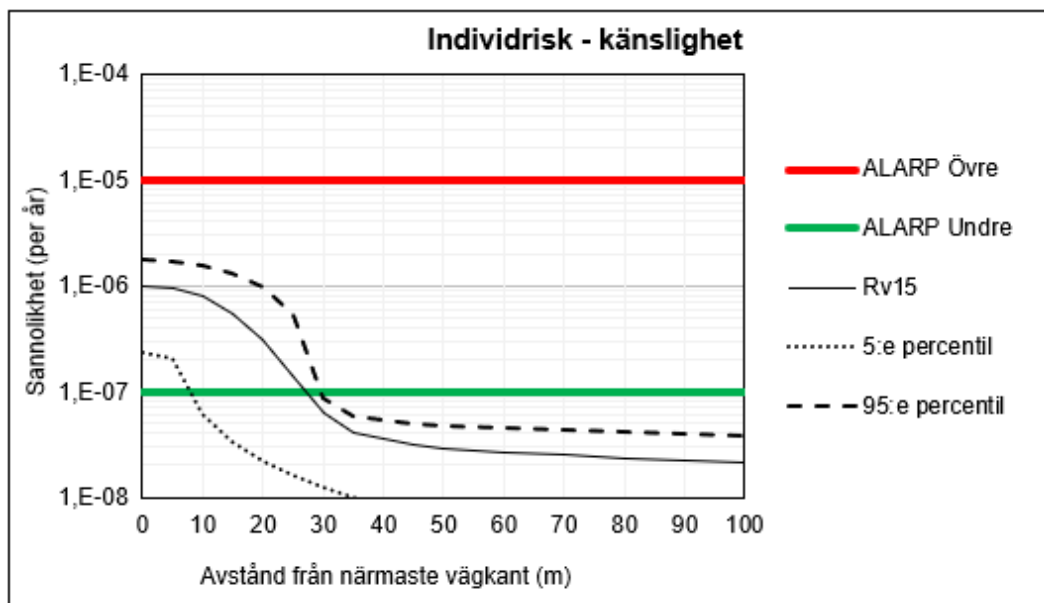
I beräkningarna av individrisk för riksväg 15 på avståndet 30 m från väggkanten bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka
- Sannolikhet för scenario pölbrand givet utsläpp

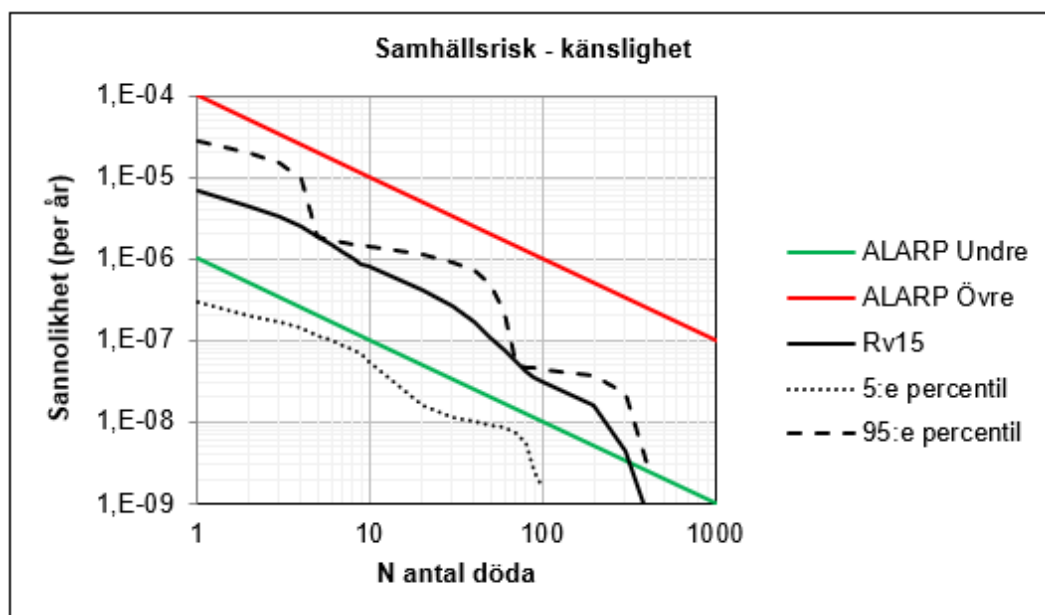
För samhällsrisk för 1 död på grund av olycka bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikhet för scenario pölbrand givet utsläpp
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka

I Figur 29 och Figur 30 presenteras individ- respektive samhällsrisk för riksväg 15 tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmått för 5000 Monte Carlo-simuleringar.



Figur 29. Beräknad individrisk för riksväg 15. Området mellan de svarta, streckade linjerna representerar 90% av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 30. Beräknad samhällsrisik för riksväg 15. Området mellan de blå linjerna representerar 90% av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.

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 med tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder.

Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 2.5, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Val av åtgärder bör anpassas till relevanta olycksscenarioer och platsspecifika förutsättningar. Exempel på möjliga åtgärder presenteras nedan i avsnitt 6.1.

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/m²) 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 urspårning eller 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.

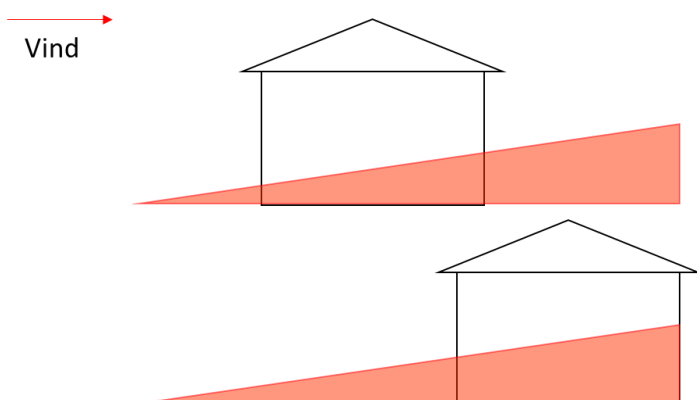
6.1.3 Ventilationsåtgärder

Friskluftsintagen på bebyggelse bör placeras på en fasad som vetter bort från järnvägen, 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 31 (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 höjled, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

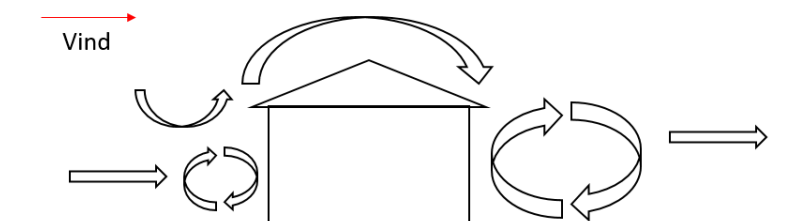
44(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS

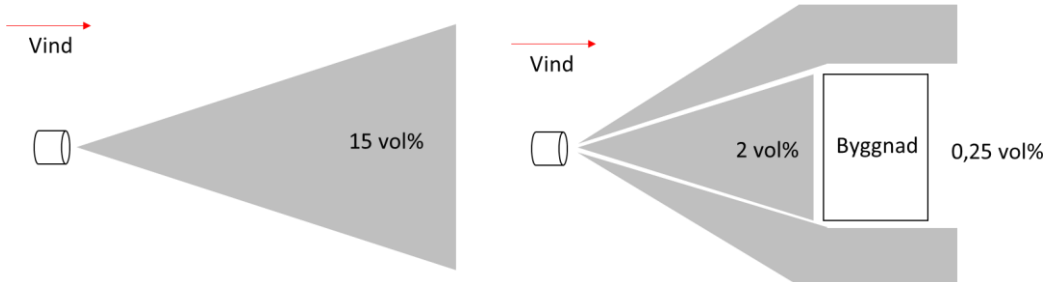


Figur 31. Utsläpp av kyld ammoniakgas sprids inledningsvis längs marken som en tung gas, men stiger ju mer den värms upp av omgivningen. Att placera friskluftsintag högt ger mer effekt ju närmre utsläppet byggnaden ligger.

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



Figur 33. 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 järnvägen 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, gasmolnexplosion och jetflamma.

Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från järnvägen 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 flera 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.
- Anpassning till de föreslagna riskvärderingskriterierna för Markaryd och andra riktlinjer (Trafikverkets riktlinjer och riktlinjer i andra län).
- Bedömning av åtgärder utifrån rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer.

Om avvikelser mot dessa skyddsavstånd önskas i en detaljplan bör en riskhanterare med specialisering inom fysisk planering konsulteras. Utifrån denna riskutredning bör då en bedömning kunna genomföras om tillräckliga skyddsåtgärder kan uppnås enbart med stöd av denna utredning eller om en mer detaljerad riskutredning krävs. Nya beräkningar bör inte vara nödvändigt utan fokus för en fördjupad utredning bör vara om det är möjligt att uppnå en acceptabel risknivå med riskreducerande åtgärder. Förutsatt mindre avvikelser bör en kvalitativ bedömning vara tillräcklig.

Avståndet ska mätas från väggkant, alternativt släntfot om vägen går på bank. För järnväg ska avståndet mätas från spårmittpå närmsta spår.

En grundförutsättning som ska säkerställas vid planering med de avstånd som anges i Tabell 7, Tabell 8 och Tabell 9 i kommande avsnitt, är att vätska inte ska kunna rinna från transportleden mot planområdet. Om marken lutar från transportleden mot planområdet behöver en särskild bedömning göras om det behövs ett dike eller annan barriär som hindrar att farlig vätska kan rinna mot planområdet.

7.1 Åtgärdsförslag för respektive markanvändning och skyddsavstånd

För att minska skyddsavstånden (beskrivet i avsnitt 2.3) föreslås följande åtgärder (a-d) vilka beskrivs i Tabell 7, Tabell 8, Tabell 9 från järnvägen, E4 och rik.

- a) Ventilation ska placeras tak eller på fasad som inte vetter mot riskkällan (järnvägen, E4 och Rv 15).
- b) Huvudentré placeras bort från riskkällan (järnvägen, E4 och Rv 15).
- c) Fasad som vetter mot riskkällan (järnvägen, E4 och Rv 15) ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt i brandteknisk klass EI30.
- d) Det ska vara möjligt att utrymma bort från riskkällan (järnvägen, E4 och Rv 15).

Tabell 7. Skyddsavstånd och åtgärder från järnvägen genom Markaryds kommun.

	Verksamhetstyp	< 20 m	20-30 m	30-50 m	50-100 m
Mycket känslig	Till exempel skola, vård, omsorg eller markanvändning som innebär mycket hög persontäthet.	Rekommenderas ej	Rekommenderas ej	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a och d
Normalkänslig	Bostäder, hotell, persontäta kontor och handel (många personer på liten yta).	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a och d	Acceptabelt med åtgärd a och d
Mindre känslig	Industri, lager och kontor med lägre persontäthet. Mindre handelsverksamhet där enstaka personer vistas.	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a, c och d	Acceptabelt med åtgärd a och d	Inga åtgärder krävs
Ej känslig	Tekniska anläggningar, parkering och trafik.	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs

Tabell 8. Skyddsavstånd och åtgärder från E4.

	Verksamhetstyp	<30 m	30–50 m	50–75 m	75–100 m
Mycket känslig	<i>Till exempel skola, vård, omsorg eller markanvändning som innebär mycket hög persontäthet.</i>	Rekommenderas ej	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a och b
Normalkänslig	<i>Bostäder, hotell, persontäta kontor och handel (många personer på liten yta).</i>	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a, c och d	Acceptabelt med åtgärd a
Mindre känslig	<i>Industri, lager och kontor med lägre persontäthet. Mindre handelsverksamhet där enstaka personer vistas.</i>	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a, b	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs
Ej känslig	<i>Tekniska anläggningar, parkering och trafik.</i>	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs

Tabell 9. Skyddsavstånd och åtgärder från Riksväg 15.

	Verksamhetstyp	< 25 m	25-50 m	50-75 m	75-100 m
Mycket känslig	<i>Till exempel skola, vård, omsorg eller markanvändning som innebär mycket hög persontäthet.</i>	Rekommenderas ej	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a och b	Acceptabelt med åtgärd a
Normalkänslig	<i>Bostäder, hotell, persontäta kontor och handel (många personer på liten yta).</i>	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a och d	Acceptabelt med åtgärd a
Mindre känslig	<i>Industri, lager och kontor med lägre persontäthet. Mindre handelsverksamhet där enstaka personer vistas.</i>	Acceptabelt med åtgärd a, b och c	Acceptabelt med åtgärd a och b	Acceptabelt med åtgärd a	Inga åtgärder krävs
Ej känslig	<i>Tekniska anläggningar, parkering och trafik.</i>	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs

50(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS

7.2 Anpassning till andra riktlinjer och lagar

Byggnader bör generellt inte placeras närmare än 30 meter till riskkällorna utan en närmare bedömning om det är lämpligt eller ej. För järnväg är detta främst motiverat av Trafikverkets bestämda uppfattningen om att ett bebyggelsefritt avstånd på 30 meter ska upprätthållas till närmast spårmit. Individrisken överstiger dock inte, med hänsyn till risken från farligt gods, 10^{-6} på något avstånd från järnvägen, så i det enskilda fallet kan avsteg från detta vara motiverat men behöver ske i samråd med Trafikverket.

Avståndet som gäller enligt väglagen med hänsyn till trafiksäkerhet ska upprätthållas.

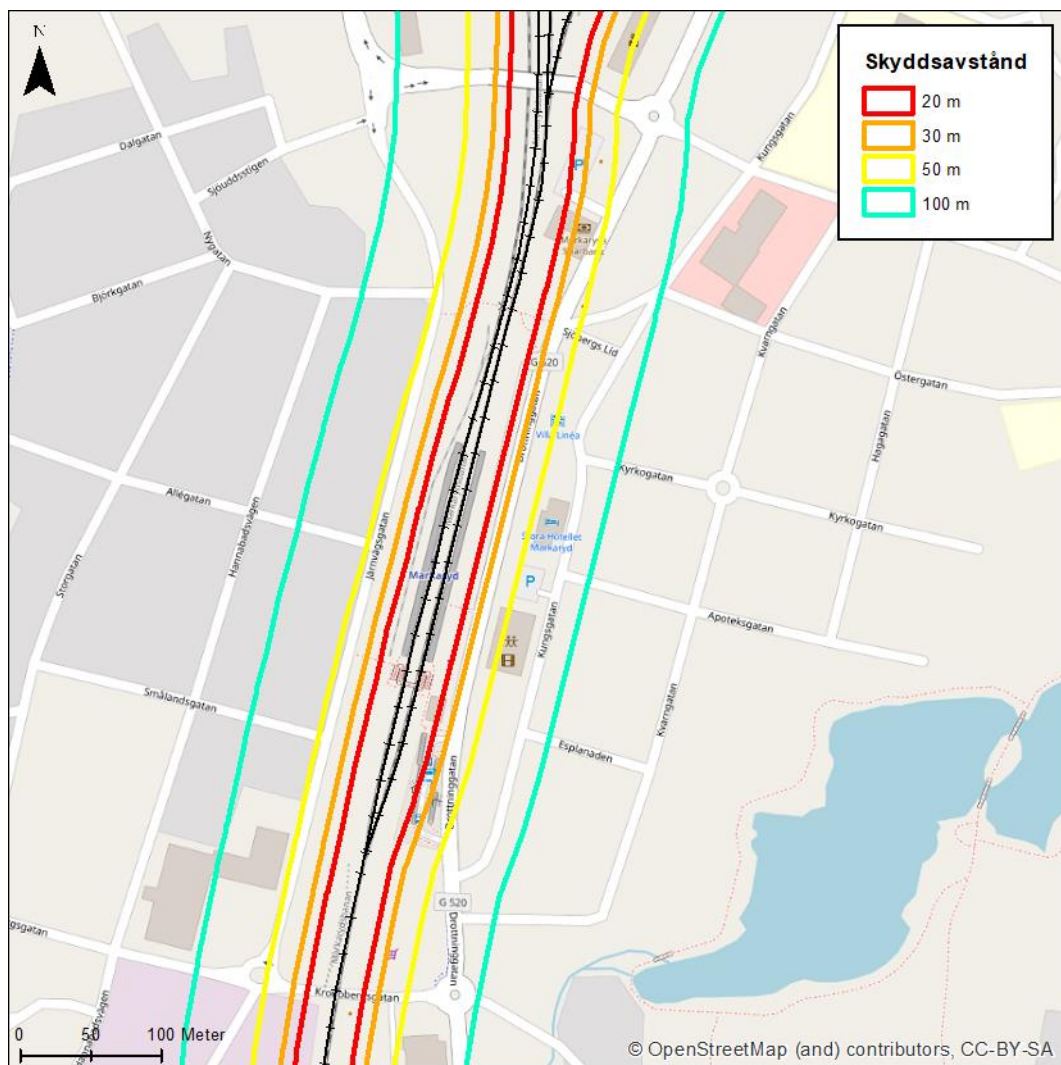
7.3 Åtgärder oavsett risknivå

Åtgärder kan vara motiverade även om beräknade risknivåer inte är höga. Baserat på hur andra riktlinjer utformats, principer kring risk och den branschpraxis som vuxit fram finns det därför anledning att tillämpa vissa begränsningar kring transportleder som inte enbart baseras på de beräkningar som redovisas i denna rapport.

För känsligare bebyggelse anges därför ett längre skyddsavstånd som ligger i linje med de riktlinjer som publicerats av Stockholms län (2016). Vid detaljplanering inom detta avstånd är det rimligt att kommunen i mer detalj undersöker hur verksamheten kan påverkas av risker från farligt gods och att andra skyddsåtgärder än avstånd utvärderas.

8 Aktuella områden i Markaryd

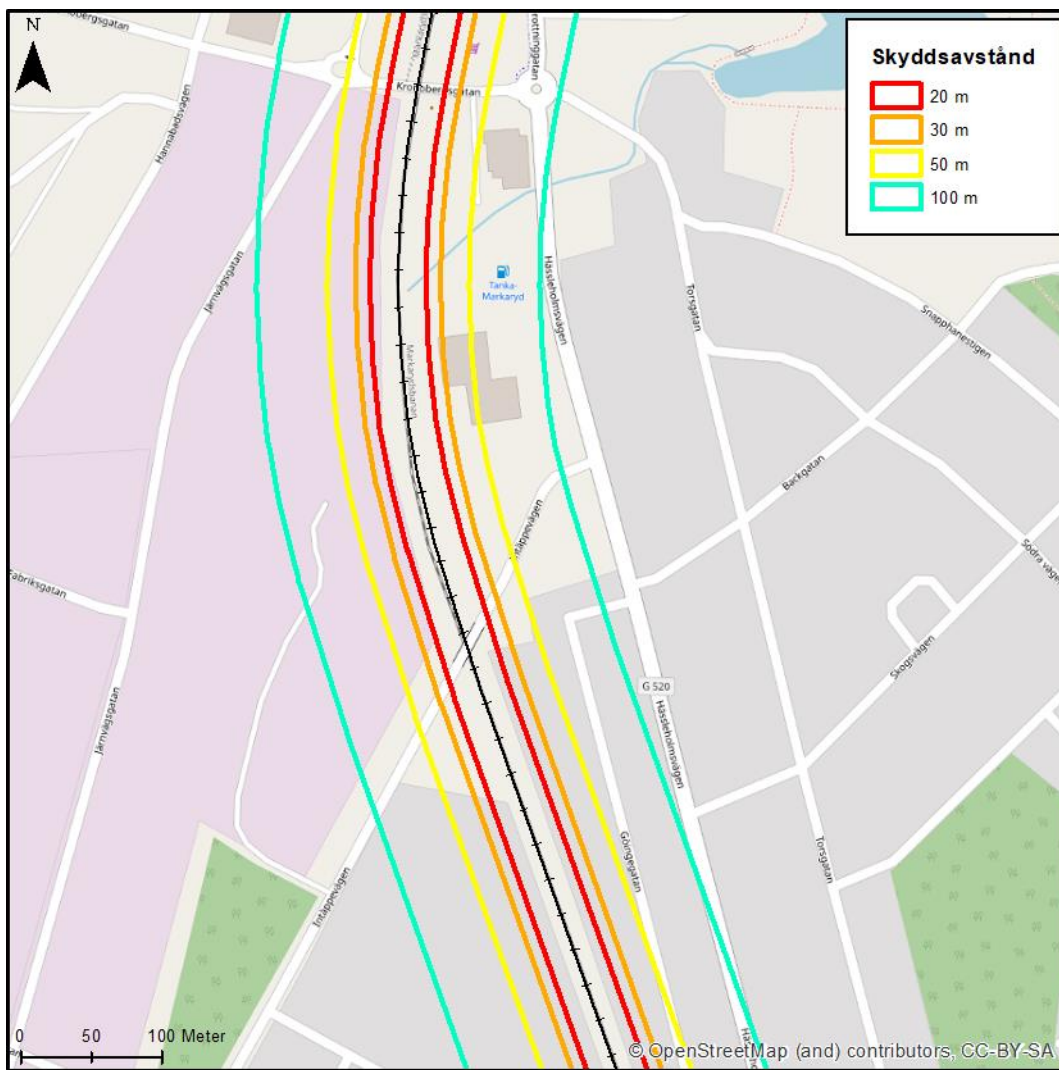
När denna rapport skriv arbetar Markaryds kommun särskilt med utveckling av tre områden, två områden centralt kring järnvägen och ett område väster om orten vid E4. Buffertzoner baserat på resultaten ovan redovisas nedan i kartor för dessa områden (Figur 34, Figur 35, Figur 36).



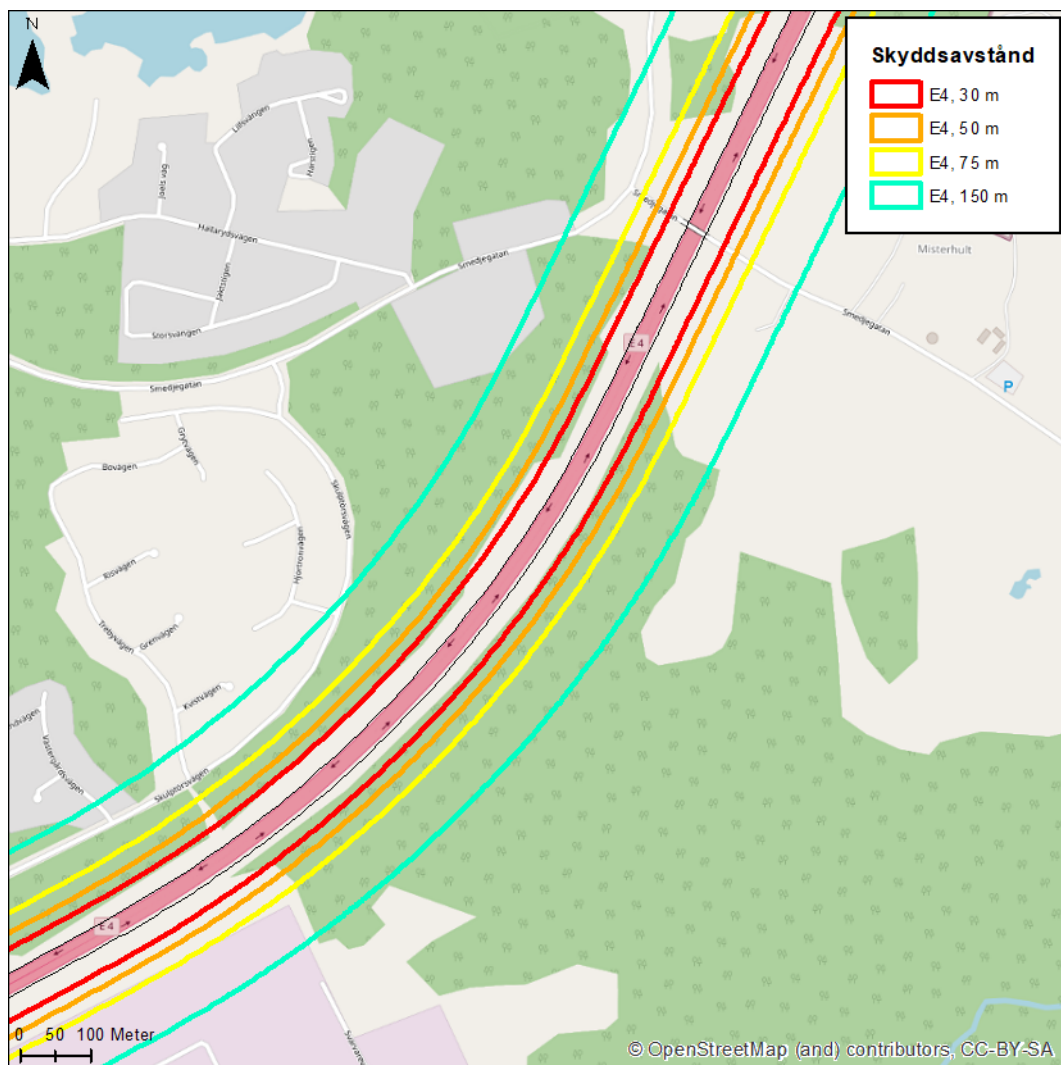
Figur 34. Område kring stationen i Markaryd.

52(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS



Figur 35. Område söder om stationen i Markaryd.



Figur 36. Område väster om Markaryds tätort, längs E4.

54(55)

RAPPORT
2020-05-28
VERSION 1.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS

9 Referenser

- FOA . (1998). *Hur farlig är en ishall?*
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket.
- 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 Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen. Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.*
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods.*
- Länsstyrelsen Skåne län. (2007). *RIKTSAM, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.*
- Markaryds Kommun. (2010). *Översiktsplan för Markaryds kommun, Översiktsplan 2010.*
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk.*
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning.*
- 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. (2013). *Transportsystemet i samhällsplaneringen.*

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

A1 Inledning

Risکانالysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk och 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 händelseträdd. 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 händelseträdd 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 dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador, 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 utvändigt 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 järnväg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 25 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hänsyn har tagits till detta vid uppskattning av fördelning för konsekvensavstånden.

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. Tryckkärlat 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. tryckkärlat. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlat. 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.

Beräkningar av sannolikheter för utsläpp givet att en vagn spårar ur och hålstorlek är detsamma som för brandfarliga gaser och redovisas ovan.

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. På järnväg kan transporteras upp till ca 65 ton per vagn. I denna utredning har klor antagits utgöra 100 % av den transporterade mängden på järnväg, vilket är extremt konservativt. 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 järnväg

A1.2.1 Urspårning

En grundläggande parameter vid beräkning av den uppskattade frekvensen (sannolikheten per år) för en olycka antalet tåg som passerar på sträckan.

I de flesta riskanalyser i Sverige för har Banverkets modell från 2001 använts för att beräkna urspårningsfrekvens. Den statistik som ligger till grund för uppgifterna i den modellen bygger på erfarenheter från 1980 och 90-talet, men det finns anledning att anta att tågsäkerheten förbättrats sedan dess.

I en rapport från Evert Andersson, professor emeritus vid Järnvägsteknik på Kungliga Tekniska Högskolan, hänvisas till forskning gjord på statistik över urspårningar i Sverige (Andersson, 2014) under åren 2003–2012. Utifrån denna statistik kan följande antaganden göras avseende sannolikheten för urspårningar:

- Urspårning sker i medeltal 7×10^{-8} per tåg-km (oavsett hastighet och tågtyp)

Enligt UIC (2002) kan det antas att sannolikheten för urspårning är 10 gånger större för godståg. Sannolikheten för persontåg beräknas då till ca 2×10^{-8} och för godståg till 20×10^{-8} per tåg-km.

Enligt UIC är också risken för urspårning i stationsområden med växlar 10 gånger större än på rakspår och kurvspår i övrigt. Andersson uppskattar att stationsområden utgör ca 15 % av den totala linjelängden i Sverige vilket efter beräkning ger följande urspårningssannolikheter för godståg:

- ca 85×10^{-8} per tåg-km i stationsområden med växlar
- ca $8,5 \times 10^{-8}$ per tåg-km på rakspår och kurvspår i övrigt.

För beräkningarna i Markaryd urspårningsfaktorn för stationsområde med växlar använts för att inte underskatta risken.

I Tabell A-1 redovisas indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen för godståg som använts i denna rapport.

Tabell A-1. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvensen.

Parameter	Prognos 2040	Fördelning som använts vid beräkningar (5- / 95-percentil för normalfördelning)
Antal godståg per dag	4	2-6
Antal dygn med trafikering per år	364	360
Antal vagnar per tåg	ca 40	32,5-46,9
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-7}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg genom Markaryd (på 1 km) blir då

$4 \times 364 \times 8,5 \times 10^{-7} \approx 1,24 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 800 år.

Som jämförelse har även beräkningar genomförts med Banverkets modell från 2001 och vilket resulterar i en urspårningsfrekvens för sträckan på ca $7,2 \times 10^{-4}$ per år (eller ca en urspårning på 1400 år). I Banverkets modell beror ca 50 % av urspårningarna på vagnfel. Ett argument för att inte använda den modellen för att uppskatta urspårningsfrekvens inom ett visst område är att vagnfelen i många fall inte leder till en någon större urspårning förrän tåget passerar en växel eller går in i en kurva. En urspårad vagn kan släpas med av tåget en betydande sträcka utan att lokföraren uppmärksammar det (Andersson, 2014). Alltså, vagnfel bidrar till urspårningar men var själva urspårningen sker styrs mer av banans egenskaper, något inte är lika tydligt i Banverkets modell från 2001.

Vid en urspårning kan hela tåget spåra ur, men oftast spårar ca 3,5 vagnar ur (VTI, 1994). Att någon av vagnarna som spårar innehåller farligt gods kan beräknas enligt följande formel:

$$1 - (1 - \text{andel farligt gods})^{\text{antal vagnar som spårar ur}} = 10\% \text{ per urspårning}$$

Vilket ämne som finns i en vagn som spårar ur baseras på fördelningen mellan olika godsklasser. Då denna information är konfidentiell och uppgifter inte varit möjliga att ta del för den aktuella bandelen, därför har den nationella statistiken för farligt gods på järnvägar använts.

Beräkning med ovanstående parametrar ger att frekvensen för olycka med farligt gods ska ske på 1 km av järnvägen genom Markaryd är $1,25 \times 10^{-4}$ per år, vilket motsvarar ca en olycka på 800 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

Tabell A-2. Beräknad frekvens för urspårning av en vagn som innehåller respektive RID-klass.

	Järnvägen genom Markaryd
ADR 1 – Explosiva ämnen	~ 0
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$1,0 \times 10^{-7}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$3,4 \times 10^{-8}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$4,5 \times 10^{-6}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$6,7 \times 10^{-6}$

A1.2.2 Utsläpp vid urspårning

För tunnväggig tankvagn anges i Banverkets modell att sannolikheten för punktering är 25 % och sannolikheten för stort hål 5 % vid olyckor som inträffar i den största tillåtna hastigheten på banan (Fredén, 2001). Det finns statistik från studier över olyckor i USA som tyder på att ju högre hastighet desto sannolikare är ett utsläpp av farligt gods (Barkan et al., 2003), och även i den studien ligger sannolikheten för utsläpp mellan ca 5 och 25 %. Sambandet är relativt osäkert och därför används här ett intervall på 5–25 % (normalfördelning) för sannolikheten att ett utsläpp ska ske givet en urspårning. Någon skillnad görs inte här på storleken på utsläppet utan det fångas istället upp i fördelningen av konsekvensavstånd, se Bilaga B.

Tjockväggiga tankar (med tryckkondenserad gas RID-klass 2 är betydligt mer robusta och bedöms i de flesta riskutredningar ha en sannolikhet för utsläpp som är 1/30 av den för tunnväggiga tankar (Fredén, 2001).

För alla ämnen utom RID-klass 1 gäller att ett utsläpp måste ske innan det kan få konsekvenser för omgivningen.

A1.2.3 Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg

Nedan redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive RID-klass (Tabell A-3). 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 järnvägen genom Markaryd.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,01	0,3	1	0
2.1	Jetflamma	10	20	30	$2,1 \times 10^{-8}$
	Gasmolnexplosion	5	50	70	$4,7 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$2,8 \times 10^{-10}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$3,4 \times 10^{-8}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$7,5 \times 10^{-8}$
	Pölbrand	10	20	30	$9,0 \times 10^{-7}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	$3,2 \times 10^{-9}$
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$2,1 \times 10^{-9}$

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

A1.3 Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

A1.3.1 Trafikprognos

De beräknade riskmått, individrisk och samhällsrisik, bygger bland annat på en uppskattning av årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) för år 2040.

För att uppskatta mängden trafik har en uppräknings gjorts utifrån befintliga data om mängden trafik som förnuvarande trafikerar de två vägarna. Uppräknings har gjorts med hjälp av Trafikverkets kalkylmodell EVA (Effekter vid Vëganalys) som anger trafikuppräkningsstal som kan användas för prognoser i olika delar av landet. För Kronobergs län gäller för personbilar ett uppräkningsstal på 1,29 för perioden 2014–2040 och motsvarande uppräkningsstal för lastbilar är 1,24.

Utifrån trafikuppräkningsstalen kan en årlig trafikökning uppskattas som sedan kan användas för att räkna upp den befintliga trafikmängden till den prognostiserade trafikmängden för år 2040. Sammantaget gjordes uppräknings på följande sätt för E4:

$$\text{ÅDT}_{2040}^{\text{personbil}} \times (\text{Trafikökning}_{\text{per år, personbil}})^{2040-2016} = \text{ÅDT}_{2040}^{\text{personbil}}$$

$$\dot{A}DT_{2040}^{lastbil} \times (Trafikökning_{per\ år, lastbil})^{2040-2016} = \dot{A}DT_{2040}^{lastbil}$$

$\dot{A}DT_{lastbil}$ blev ca 5100 för prognosåret 2040 och $\dot{A}DT_{total}$ blev total ca 19 100. Andelen tung trafik på E4 blir således 27% för E4.

Motsvarande uppräknig gjordes för riksväg 15 med prognosåret 2040. Resultatet blev ca 3400 ÅDT totalt med en ÅDT på ungefär 670 för tung trafik, vilket motsvarar ungefär 17 %.

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.

A1.3.2 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 ($\dot{A}DT_{tung}$)

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-4.

Tabell A-4. Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på vägar i Markaryd.

	E4	Väg 15
Antal lastbilar per dygn	5080	670
Olyckskvot	0,3	0,4
Korrigering flera fordon	1,5	1,5
Olycksfrekvens per år, farligt gods	0,025	0,004

ADR 1 – Explosiva ämnen	$8,0 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-6}$
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$1,7 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-4}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$1,1 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-6}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$1,2 \times 10^{-2}$	$2,1 \times 10^{-3}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$5,5 \times 10^{-4}$	$9,8 \times 10^{-5}$

A1.3.3 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 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-5 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50 %.

Tabell A-5. 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.

A1.3.4 Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell A-6 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-6. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av E4:an samt väg 15 på sträckan som passerar Markaryd.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde, per år)	
		Min	Mest troligt	Max	E4	Väg 15
1	Explosion*	0,01	0,1	1	$8,0 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-6}$
2.1	BLEVE	0,1	1	2	$1,6 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-8}$
	Jetflamma	2	6	20	$1,2 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-7}$
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60	$5,0 \times 10^{-6}$	$8,8 \times 10^{-7}$
2.3	Giftigt gasmoln	100			$1,1 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-8}$
3	Pölbrand	2	3	13	$1,5 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^{-5}$
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3	$5,0 \times 10^{-5}$	$8,8 \times 10^{-6}$
5.1	Explosion	0,04	0,3	1	$5,8 \times 10^{-7}$	$1,0 \times 10^{-7}$
	Brand	0,3	0,35	0,4	$5,4 \times 10^{-7}$	$9,6 \times 10^{-8}$

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

A2 Referenser

Referenser

- Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré*.
- Ardin & Markselius . (2016). *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport - Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.
- Barkan et al. (2003). *Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk*.
- Brand skyddslaget. (2015). *Riskanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013*.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone*.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg för transport av farligt gods*.
- MSBFS 2012:7, RID-S. (2013). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg*.
- 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*.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods*.
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.
- 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.

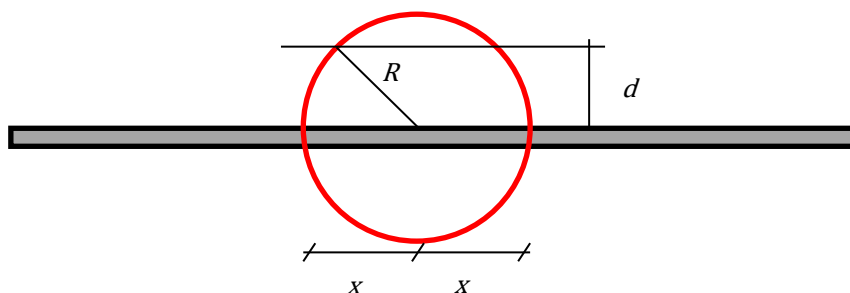
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

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 korrigerig 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:

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

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

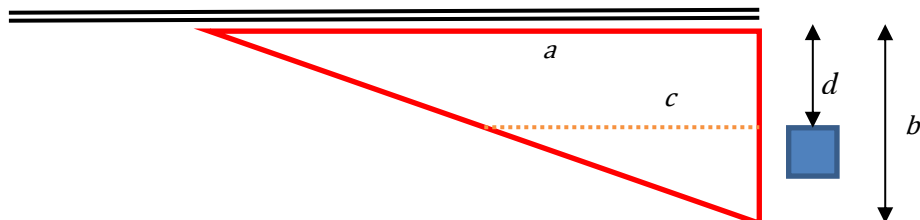


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

B1.3 Riskberäkning för urspårning

För urspårning beräknas individrisken baserat på den modell som tagits fram av internationella järnvägsförbundet UIC. Modellen togs ursprungligen fram för att uppskatta sannolikheten att en konstruktion (brostöd eller liknande) träffas av ett urspårat tåg (International Union of Railways (UIC), 2002), men har här anpassats för att beskriva individ- och samhällrisk.

Modellen bygger på att ett tåg spårar ur och därefter kan glida en viss sträcka på olika avstånd från spåret (se Figur B-2).



Figur B-2. Principskiss över parametrar som beskriver riskerna avseende påkörning vid en urspårning.

Grundläggande för modellen är att ett tåg har en maximal sträcka (a) som det kan glida längs spåret baserat på tågets hastighet och en inbromsningsfaktor. Hur långt ifrån spåret ett tåg kan hamna beror också på modellen på hastigheten.

Enligt Banverket (Fredén, 2001) är dock sambandet mellan hastighet och urspårning relativt svagt och istället har Banverkets modell för sannolikhet att tåget hamnar på ett visst avstånd (b) från spåret använts.

Individriskbidraget på olika avstånd (d) från spåret beräknas av sannolikheten att en urspårning sker på sträckan (a) multiplicerat med sannolikheten att tåget når ett visst avstånd (d) och

kvoten mellan den maximala urspårningssträckan (a) och det maximala avstånd (c) som ett tåg kan glida på ett visst avstånd (d) från spåret.

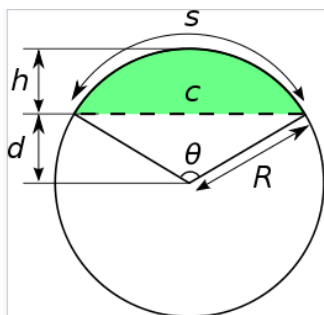
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

B1.4 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsrisken 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 B1.5.

Samhällsrisken har uppskattats för ett område på 150 meter på var sida om spåret.

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-3).



Figur B-3. Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

B1.5 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.

¹ Källa till Holländska riktlinjer.

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)	Järnväg Persontäthet per km ²	Väg Persontäthet per km ²
0-5	100 %	0 %	100 %	0 %	200	200
5-10	100 %	0 %	100 %	0 %	200	200
10-15	100 %	0 %	100 %	0 %	200	200
15-20	100 %	90%	2 %	98 %	200	200
20-25	10 %	90%	2 %	98 %	15 000	15 000
25-35	10 %	90%	2 %	98 %	15 000	15 000
...

B1.6 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.

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.

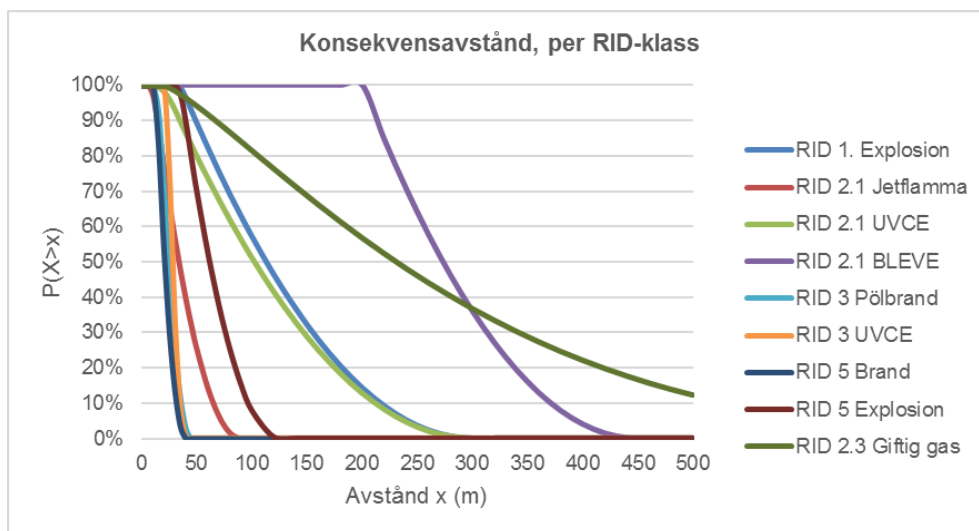
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (för järnväg se Tabell B-4, för väg se Tabell B-5). 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 järnväg.

Klass	Scenario	Fördelning	Intervall för konsekvensavstånd		
			Min	Troligt	Max
1	Explosion, raserade byggnader	Pertfördelning	25	60	250
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	Pertfördelning	30	60	150
2.1	BLEVE	Pertfördelning	150	200	400
	Jetflamma	Pertfördelning	5	25	90
	Gasmolnexplosion - och brand	Pertfördelning	10	30	300
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	20	150	2000
3	Pölbrand	Pertfördelning	10	20	45
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	Pertfördelning	15	25	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	125
	Brand	Pertfördelning	10	15	40

I Figur B-6 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

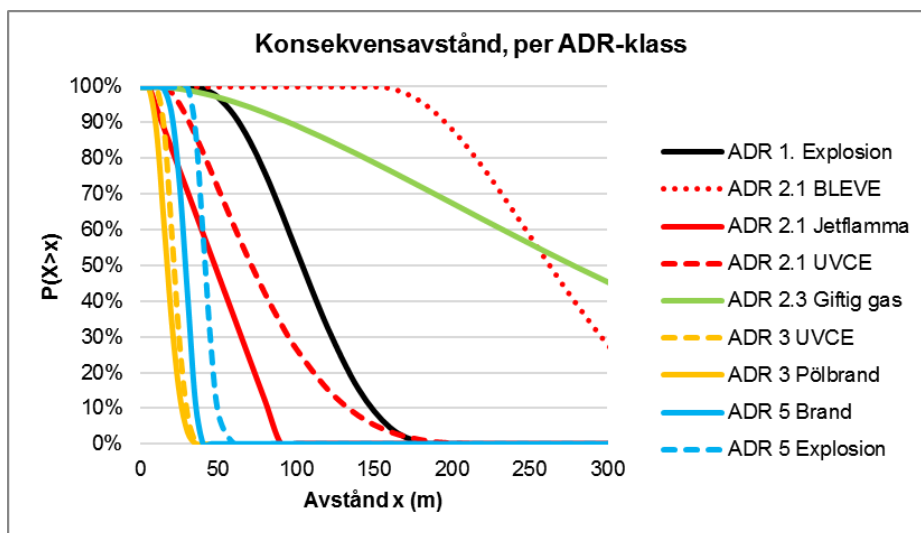


Figur B-6. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

Tabell B-5. 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
	Gasmolnsexplosion/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-6 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.



Figur B-6. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

B3 Förväntat antal omkomna per scenario

B3.1 Järnväg

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-6. 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).

Tabell B-6. Sammanställning över beräknat antal omkomna för varje scenario på järnvägen genom Markaryd.

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde)		
		Bebyggelsefritt 20 meter	Bebyggelsefritt 30 meter	Bebyggelsefritt 50 meter
1	Explosion, raserade byggnader	126,8	91,9	59,4
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	11,2	8,3	5,8
2.1	BLEVE	260,9	232,3	203,9
	Jetflamma	7,9	0,9	0,4
	Gasmolnexplosion - och brand	5,8	3,9	2,2
2.3	Giftigt gasmoln	33,2	29,8	26,4
3	Pölbrand	0,8	0,2	0,2
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0,1	0	0
5	Explosion	44,8	22,9	6
	Brand	1,0	0,2	0,2

B3.2 Väg

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-7. 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 15 000 personer/km² 30 meter från E4 och 25 meter från riksväg 15.

Tabell B-7. Förväntat antal omkomna för respektive scenario, med en persontäthet på 15 000 personer/km² på olika avstånd från vägen.

		Förväntat antal omkomna (medelvärde)	
		E4	Rv15
Klass	Scenario	Bebyggelsefritt 30 meter	Bebyggelsefritt 25 meter
1	Explosion, raserade byggnader	176,3	191,2
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	3,4	3,7
2.1	BLEVE	198,3	205,9
	Jetflamma	9,2	12,8
	Gasmolnexplosion - och brand	11,1	12,5
2.3	Giftigt gasmoln	17,0	17,7
3	Pölbrand	0,2	0,2
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0,04	0,1
5	Explosion	12,8	18,0
	Brand	1,4	4,0

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 enskilt 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). *Risicanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.*
- 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.*
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg.*
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig risicanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*