
RAPPORT

ÄLMHULTS KOMMUN

Fysisk planering intill transportleder för farligt gods i Älmhult

UPPDRAGSNUMMER 13004559

Risikutredning av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Älmhults tätort



VERSION 1

2018-06-19

SWECO ENVIRONMENT AB

Martin Bjarke, Civilingenjör riskhantering

Granskare: Johan Nimmermark, Civilingenjör riskhantering

Granskare beräkningar: Axel Hagström, Civilingenjör riskhantering

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	7
2.1	Plan- och bygglagen	7
2.2	Miljöbalken	7
2.3	Väglagen	7
2.4	Riktlinjer från Trafikverket för järnväg	7
2.5	Värdering av risk	8
2.6	Riktlinjer från Länsstyrelsen i Skåne län	9
2.7	Riskpolicy från Stockholm, Skåne och Västra Götalands län	11
2.8	Riktlinjer Stockholms län	12
2.9	Jämförelse med andra risker i samhället	13
3	Förslag till riskvärderingskriterier för Älmhult	14
4	Riskidentifiering	16
4.1	Påkörning vid urspårning	16
4.2	Farligt gods	17
4.2.1	Farligt gods olyckor - järnväg	18
4.2.2	Farligt gods olyckor - väg	19
4.2.3	Transporter genom Älmhult	19
5	Riskenivåer och riskvärdering	21
5.1	Individrisk	21
5.1.1	Södra stambanan	22
5.1.2	Väg 23	24
5.1.3	Väg 120	25
5.2	Samhällsrisk	26
5.2.1	Persontäthet	26
5.2.2	Södra stambanan	27
5.2.3	Väg 23	29
5.2.4	Väg 120	30
5.3	Osäkerheter och känslighetsanalys	31
5.3.1	Förenklingar, antaganden och avgränsningar	31

5.3.2	Känslighetsanalys	32
6	Riskminskande åtgärder	36
6.1	Vall, mur eller skärm	36
6.2	Icke-brännbar eller brandklassad fasad	36
6.3	Ventilationsåtgärder	37
6.4	Disposition av byggnad	38
6.5	Förstärkning av stomme/fasad	39
6.6	Laminerat glas	39
6.7	Effekt av byggnadstekniska skyddsåtgärder	39
6.7.1	Södra Stambanan	40
6.7.2	Väg 23 och väg 120	41
7	Slutsats och rekommendationer	42
7.1	Rekommenderade skyddsavstånd	43
7.2	Riskminskande åtgärder	45
7.2.1	Byggnadstekniska skyddsåtgärder för typisk centrumbebyggelse	45
7.2.2	Byggnadstekniska skyddsåtgärder för känslig bebyggelse	45
7.3	Exponering från flera riskkällor	46
7.4	Diskussion kring beräknade risknivåer	46
7.5	Anpassning till andra riktlinjer och lagar	46
7.6	Åtgärder oavsett risknivå	46
8	Referenser	48

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 hålla ett visst skyddsavstånd eller genom att genomföra byggnadstekniska åtgärder.

1.1 Syfte och mål

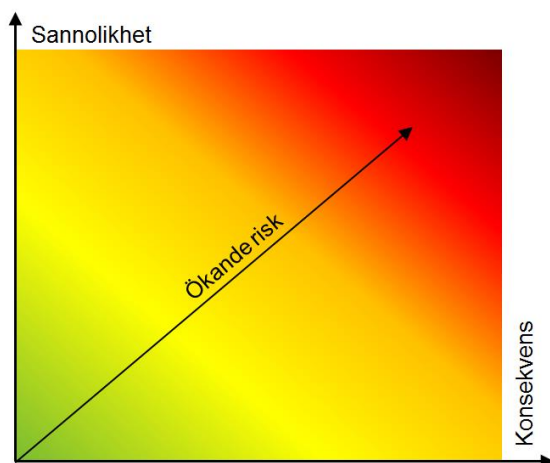
Syftet med denna riskutredning är att förenkla kommunens arbete med fysisk planering i närheten av de utpekade leder för farligt gods som finns i Älmhults tätort. Detta ska uppnås genom att så långt det är möjligt beskriva de generella förutsättningarna som är knutna till transportlederna i Älmhult och därmed minska den arbetsinsats som krävs för en enskild detaljplan. 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 och dels med byggnadstekniska åtgärder.
- Beskriva när riktlinjerna inte är tillräckliga, och då det därmed krävs detaljerade riskanalyser av sakkunnig.

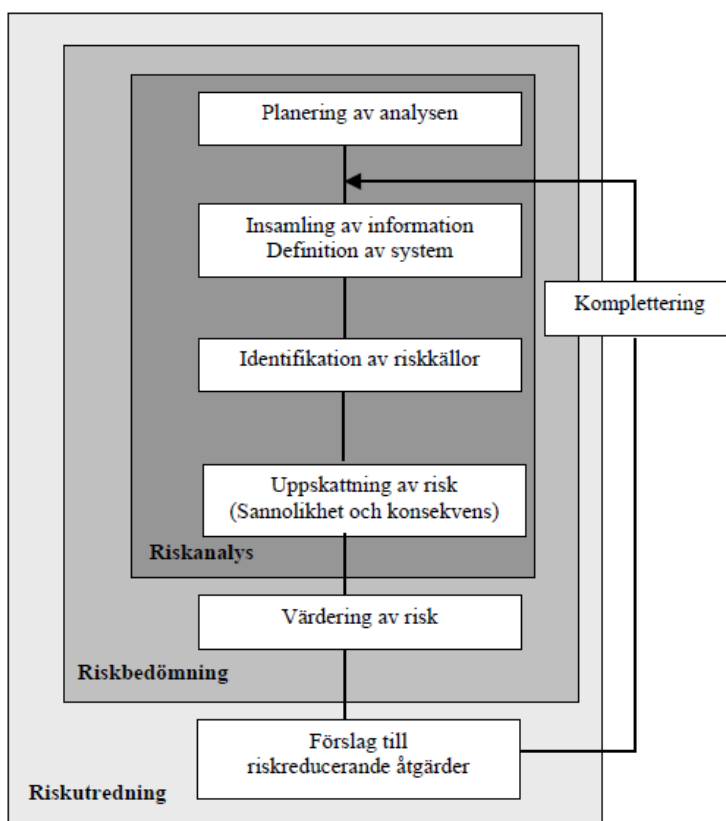
1.2 Riskdefinition

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att 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 (oavsett om det befinner sig någon eller ej i närheten av riskkällan). I begreppet samhällsrisik 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.

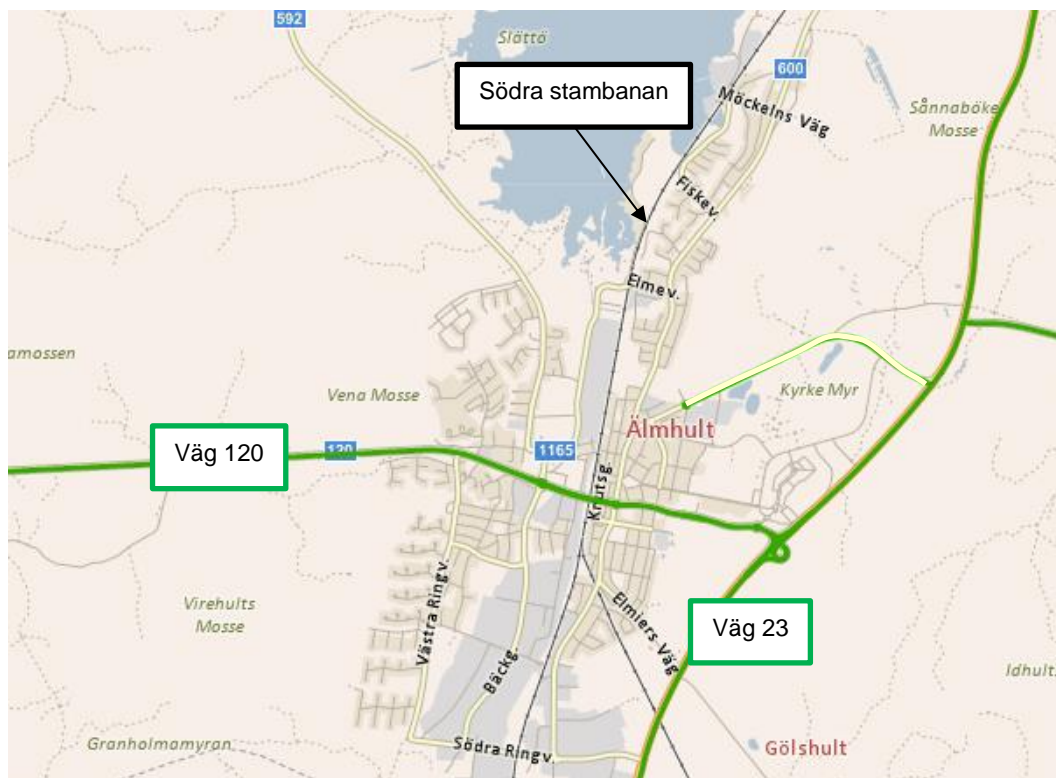
I denna rapport tillämpas principerna för riskutredning så som de betecknas i Sprängämnesinspektionens föreskrift (SÄFIS 2000:2), se Figur 2.



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

1.3 Omfattning och avgränsningar

Arbetet omfattar Södra stambanan genom Älmhult, väg 120 och väg 23 (se Figur 3). Väg 120 är statlig väg med Trafikverket som väghållare.



Figur 3. Översikt över Älmhult där vägar som är rekommenderade leder för farligt gods markerats med grön linje. Södra stambanan passerar genom orten från norr till söder.

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 olyckshändelser på industrispår (stickspår) eller bangårdsområdet i centrala Älmhult.
- 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 väg och järnväg). Detta omfattar beskrivning av vilka typer och mängder farligt gods som är aktuella.
- En uppskattning av risknivån utifrån ovanstående underlag genom beräkningar och expertbedömningar.
- Beräknade risknivåer värderas mot relevanta kriterier och därefter föreslås strategier för hur dessa risker kan hanteras vid fysisk planering i Älmhults 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 som innehåller ett stort antal experters bedömningar.

2 Styrande och vägledande dokument

2.1 Plan- och bygglagen

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

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

2.2 Miljöbalken

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

2.3 Väglagen

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

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

2.4 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 spårmitt 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 spårmitt. 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.

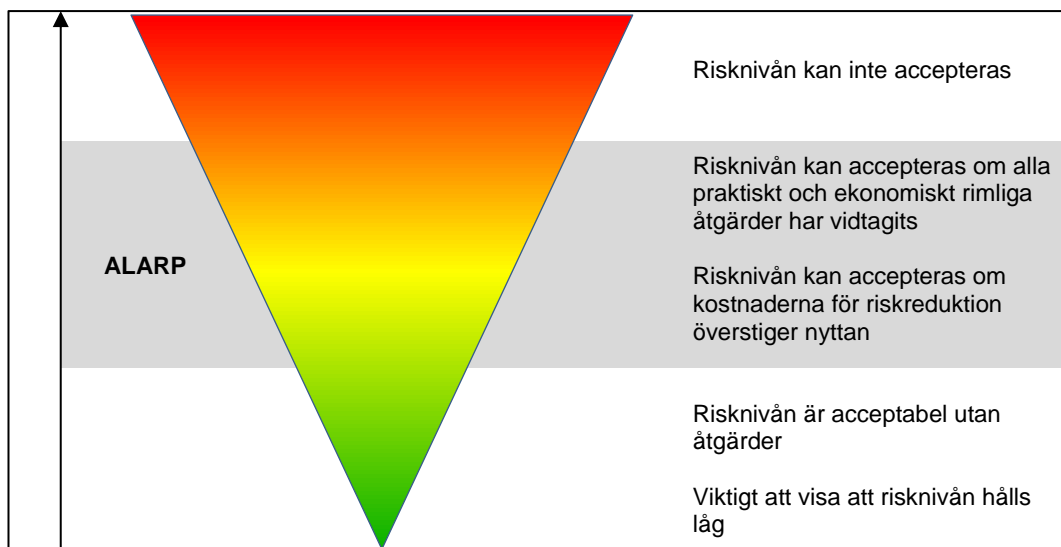
Rimlighetsprincipen: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

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).



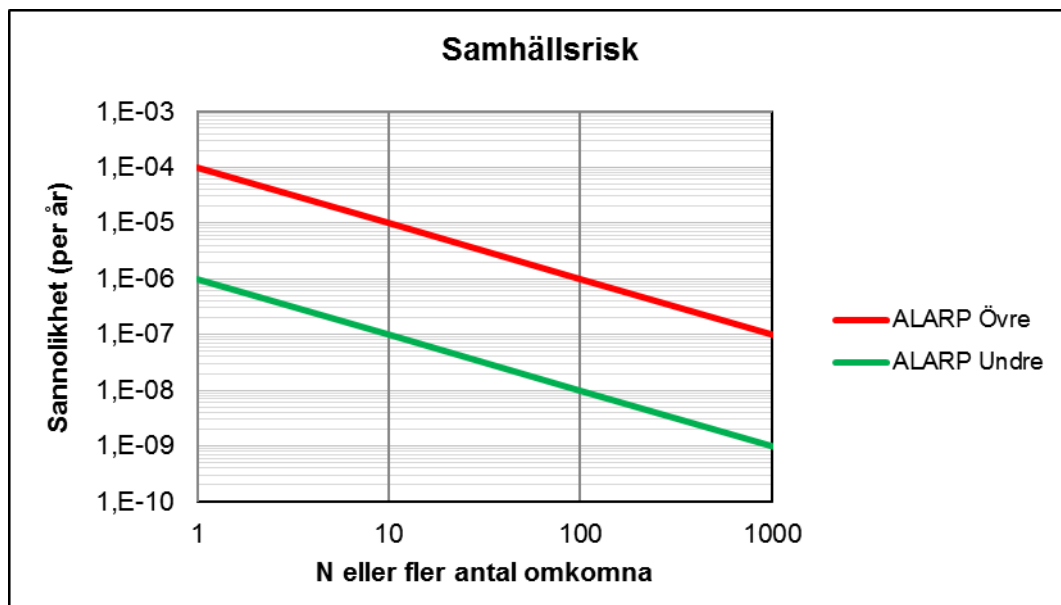
Figur 4. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

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.

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



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

2.6 Riktlinjer från Länsstyrelsen i Skåne län

Länsstyrelsen i Skåne län (2007) har publicerat riktlinjer (nedan kallat RIKTSAM) 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 bebyggelsetyp (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 åskådarplats)	-Skola
	-Parkering (övrig)	-Centrum	-Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats)
		-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 samhällsriskerna 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.

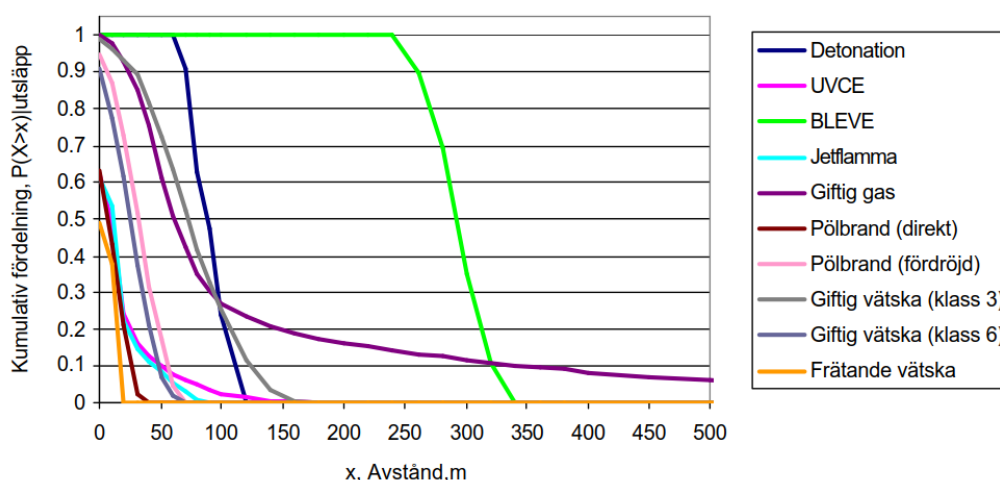
10(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

- 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 alltså relativt stora trafikmängder.

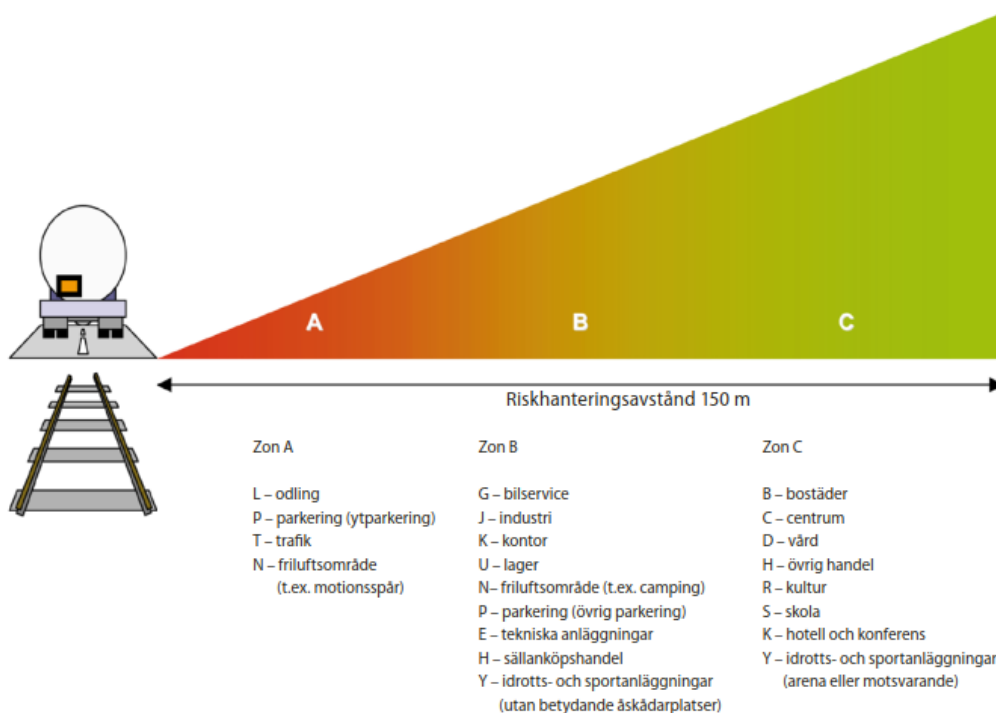
I RIKTSAM redovisas beräknade konsekvensavstånd för olika riskscenarion (Figur 6). Eftersom de flesta (och mer sannolika) riskscenarion är kortare än 150 meter, har därför detta angivits som ett lämpligt skyddsavstånd för känsligare bebyggelse.



Figur 6. 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 Västra Götalands län

Länsstyrelsen i de tre storstadslänen Stockholm, Skåne och Västra Götalands län publicerade 2006 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 7.



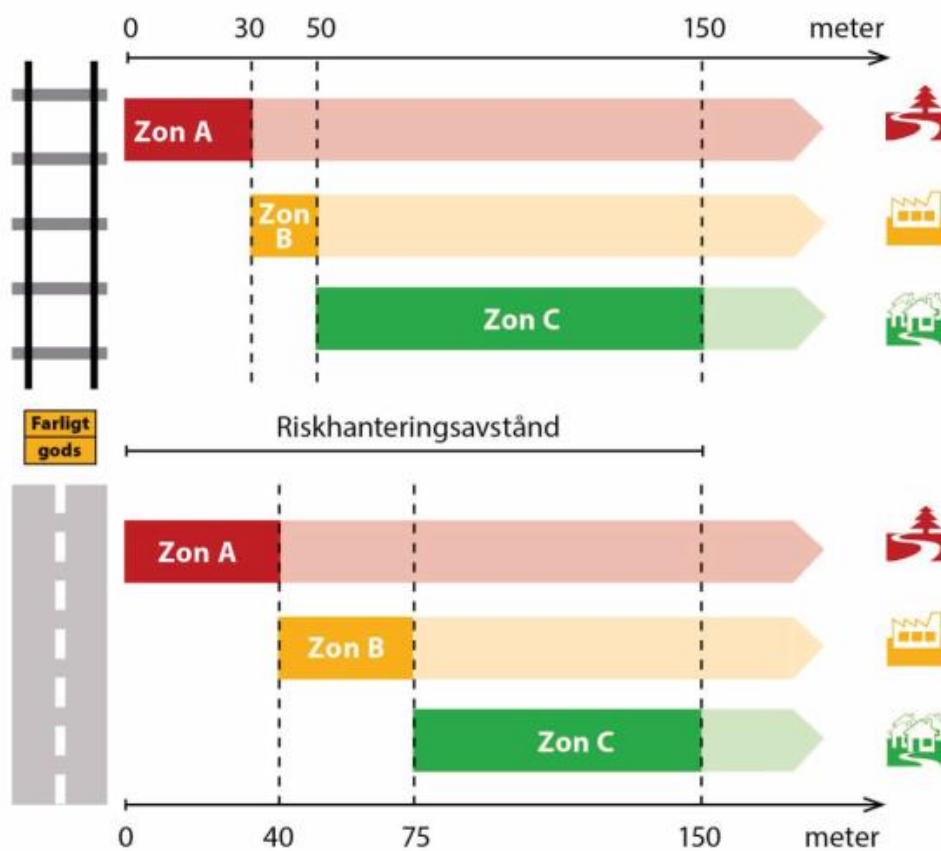
Figur 7. Zonindelning med lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods – väg och järnväg. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering (Källa: Riskpolicy Skåne, Stockholm och Västra Götalands län 2006).

2.8 Riktlinjer Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholms län publicerade 2016 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 8). 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.”*

12(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT



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 8. 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 var man bor, 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).

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	

3 Förslag till riskvärderingskriterier för Älmhult

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

- Detta ligger i linjer 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 behövs ännu längre avstånd och vilket bedöms vara orimlig i förhållande till den låga sannolikheten 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.

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

Tabell 3. Exempel på kategorisering av verksamheter.

Ej känslig verksamhet	Mindre känslig verksamhet	Medelkänslig verksamhet	Känslig verksamhet
Fåtal personer Tillfällig vistelse	Fåtal personer Vakna	Flertal personer som är vakna Fåtal sovande med god lokalkännedom	Hög persontäthet Särskilt känsliga individer Sovande utan god lokalkännedom
-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 (i ett plan, dock ej hotell) -Lager (även med betydande handel) -Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats) -Centrum -Kultur	-Bostäder (flerbostadshus i flera plan) -Kontor (hotell) -Vård -Skola -Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats) - Större samlingslokaler

Oavsett byggetyp 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 lämpligt att göra vissa rekommendationer om när riskreducerande åtgärder oavsett beräknade risknivåer.

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 bebyggelse befinner sig i närheten till väg eller järnväg. 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 Älmhult.

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 9 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 9. Urspåring 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 ämne, se huvudklasserna i Tabell 4.

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.

Tabell 4. Klasser av farligt gods enligt ADR-S/RID-S.

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

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

18(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

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.

4.2.2 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.

4.2.3 Transporter genom Älmhult

Järnväg

Trafikdata för järnvägen har inhämtats från Trafikverkets basprognos för järnvägstrafik år 2040. Prognosen är att ca 90 godståg och 110 persontåg kommer trafikera Södra stambanan genom Älmhult, vilket motsvarar att ca 80 % av den dimensionerade kapaciteten utnyttjas.

Statistik över antalet transporter med farligt gods per RID-klass genom centrala Älmhult har erhållits av Trafikverkets statistikavdelning (2017) för åren 2013–2016. Uppgifterna är konfidentiella och får inte redovisas i tabellform i denna rapport, men uppgifterna används som underlag för beräkning av individ- och samhällsrisk.

Väg

För väg 120 väster om järnvägen finns ett flertal trafikmätningar från perioden 1994 till 2013. Hösten 2016 öppnade Trafikverket vägen efter arbete med breddning och förstärkning av vägen för att förbättra vägen mellan E4 och Älmhult. I underlaget för den utredningen användes en trafikprognos för 2030 där tung trafik bedömdes vara 17 % av totalt 3400 fordon per årsmedeldygn (ÅDT), vilket innebär 578 lastbilar på väg 120. Öster om järnvägen på den nya delen av väg 120 som ansluter till väg 23 finns en trafikmätning från 2017 där 360 lastbilar passerade per årsmedeldygn.

För att inte underskatta risken och ta hänsyn till större ökning av trafiken i framtiden används i beräkningarna en prognos på 1000 lastbilar per dygn år 2040. Det är konservativt, men eftersom skalan för riskvärdering är tiologaritmisk gör en fördubbling av en enskild parameter inte så stor skillnad.

På väg 23 finns ett antal trafikmätningar från 2014 och 2015 som visar att knappt 850 lastbilar passerar på vägen på de delar som berör Älmhults tätort. 1500 lastbilar per dygn använd som prognos för år 2040.

Statistik för Sverige visar att av antalet körda kilometer utgör ca 3 % av transporter med farligt gods (Trafikanalys 2017, 2016, 2015 och 2014). Detta varierar något mellan åren, ett intervall på 3-3,5 % har använts i beräkningarna, med en fördelning per klass enligt Tabell 5. 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 5. Fördelningen av antalet körda kilometer i Sverige per respektive ADR-klass.

	Andel av totala antalet körda km
ADR 1 – Explosiva ämnen	0,3 %
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 %

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 detta kapitel 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 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.

I beräkningarna har studerat avstånd delats upp i intervaller på 5 meter upp till 150 meter från riskkällan (järnväg eller väg).

5.1.1 Södra stambanan

För Södra stambanan ligger individrisknivån inom ALARP-området upp till ca 30 meter från spår (Figur 10). Efter ca 40 meter planar individrisknivån ut och är relativt konstant i minst 100 meter enligt beräkningarna. Urspårningar utgör en relativt sett stor andel av individrisken på avstånd upp till 25 meter.

För järnvägen genom Älmhult 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.

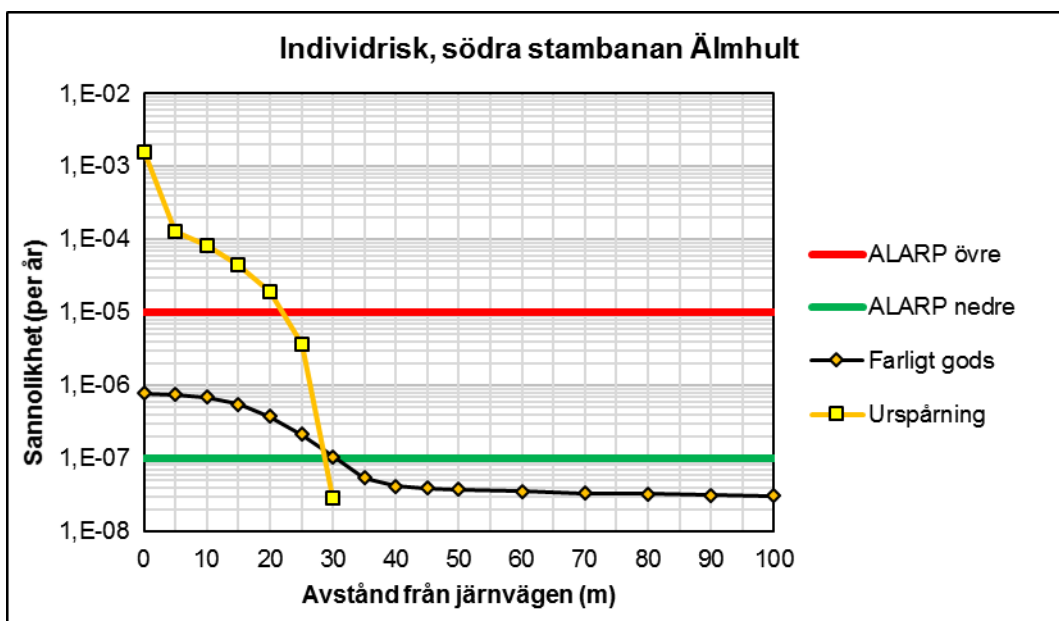
Redan på 30 meters avstånd är den beräknade individrisken under 10^{-7} per år.

I Figur 11 redovisas individriskbidraget från respektive RID-klass.

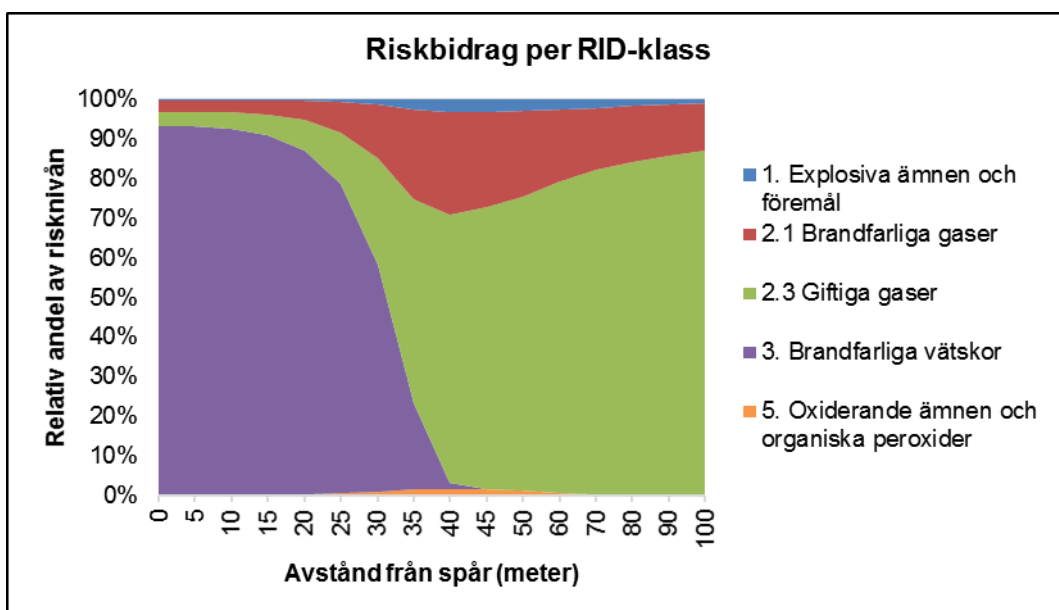
Att risken avtar mycket upp till ca 40 meters avstånd beror på att sannolikheten för pölbrand vid utsläpp av brandfarlig vätska är det mest sannolika scenariot, och då är konsekvensavstånd bortom 40 meter väldigt osannolika. Att olycka med brandfarlig vätska utgör så stor andel av individriskbidraget 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 är relativt låg, men med potentiellt väldigt långa konsekvensavstånd. På längre avstånd blir utsläpp av giftiga gaser mest avgörande för individrisknivån.

Ur Figur 11 kan utläsas att klass 1 och 5 utgör en liten andel av individrisknivån.



Figur 10. Individrisk vid Södra stambanan för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 11. Andel av Individriskbidraget per RID-klass, fördelat på olika avstånd från järnvägen.

5.1.2 Väg 23

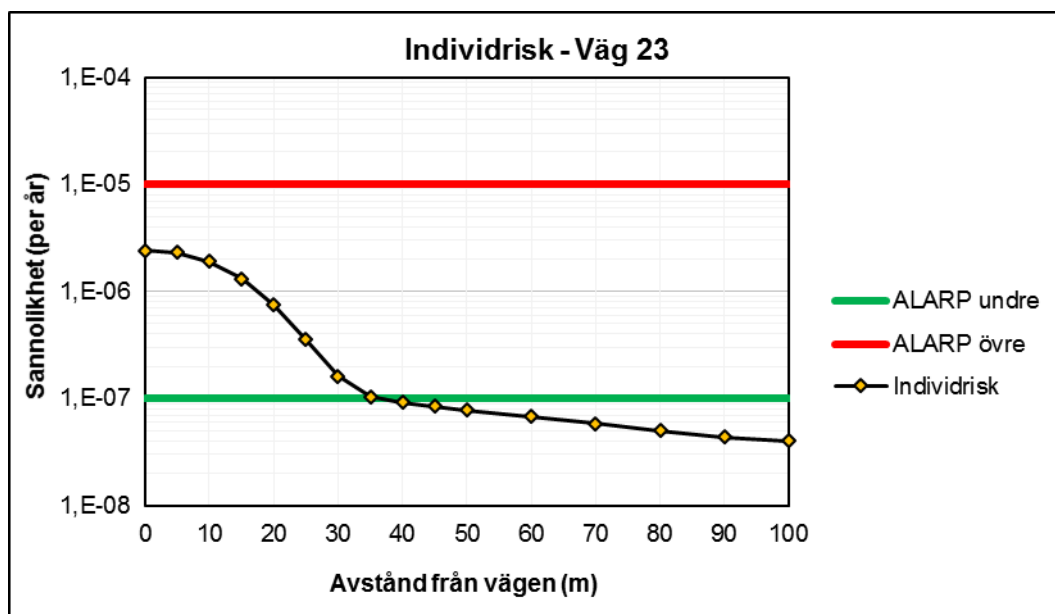
För väg 23 ligger individrisknivån inom ALARP-området upp till ca 35 meter från väggkant (Figur 12). Därefter avtar individrisknivån mindre per meter och är relativt konstant på längre avstånd enligt beräkningarna.

Ur Figur 13 kan utläsas att klass 1 och 2.3 utgör en liten andel av individrisknivån. Brandfarliga vätskor utgör en relativt hög risk upptill cirka 25 meter från vägen.

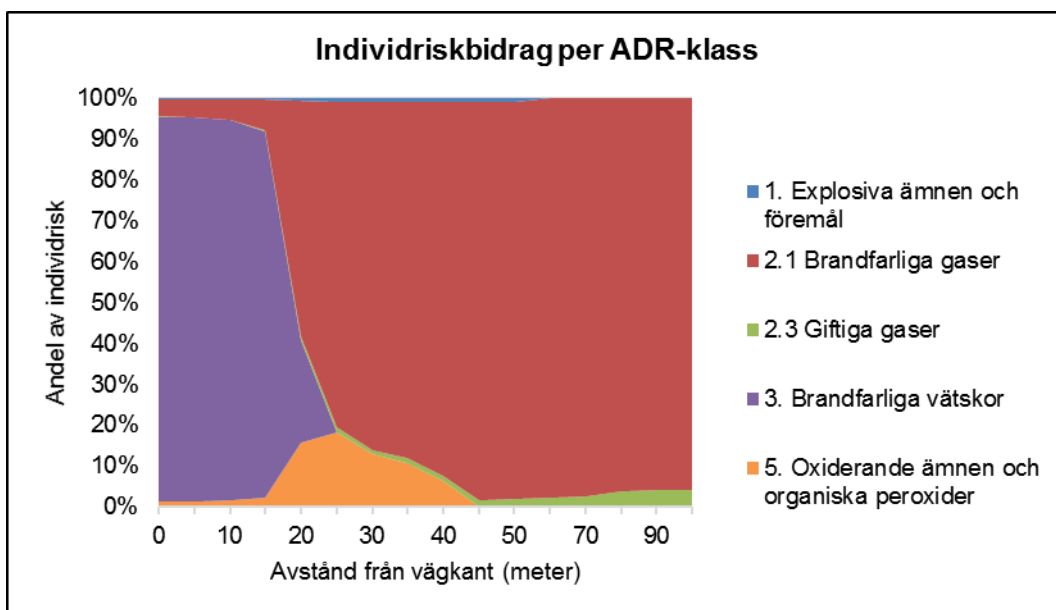
Att risken avtar relativt mycket upp till ca 35 meters avstånd beror på att sannolikheten för pölbrand vid utsläpp av brandfarlig vätska är det mest sannolika scenariot, och då är konsekvensavstånd bortom 35 meter väldigt osannolika. Att olycka med brandfarlig vätska utgör så stor andel av individriskbidraget beror i huvudsak på att vätska transporteras i tankar som inte tål så stora påfrestningar.

Brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tankar som tål större påfrestningar (så kallade tjockväggiga tankar) och sannolikheten för en olycka är relativt låg, men med potentiellt väldigt långa konsekvensavstånd. På väg är andelen av transportarbetet med giftiga gaser lägre jämfört med järnväg (Räddningsverket 2006), därför blir det istället brännbara gaser som utgör störst andel av risknivån på längre avstånd.

För explosiva ämnen finns en rad transportbestämmelser vilket ger ökad säkerhet, och sannolikheten för en explosion är därmed låg. Det är dock tänkbart med relativt långa konsekvensavstånd om en olycka ändå skulle inträffa, vilket gör att riskbidraget från explosiva ämnen relativt sett ökar på längre avstånd.



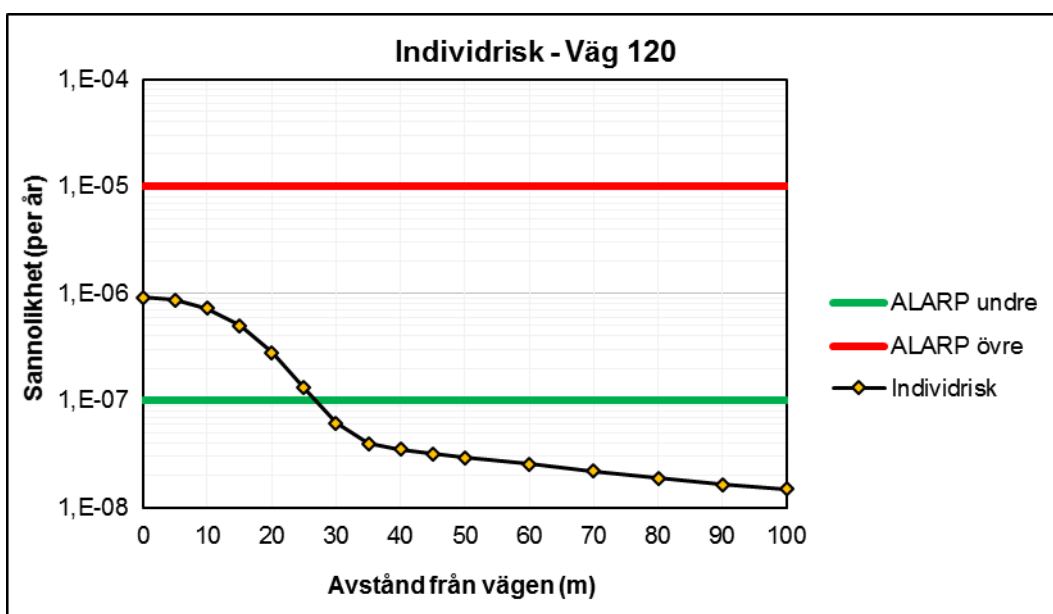
Figur 12. Individrisk vid väg 23 för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 13. Andel av Individeriskbidraget per ADR-klass, fördelat på olika avstånd från vägen.

5.1.3 Väg 120

Resultaten från beräkningarna visar att individeriskenivån kring väg 120 ligger på en nivå där åtgärder bör övervägas upp till ca 25 meter från väggkant (Figur 14). Riskbidraget från olika ADR-klasser är samma som för väg 23, se Figur 13 ovan.



Figur 14. Individerisk vid väg 120 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.

Samhällsrisk påverkas av hur omgivningen bebyggs.

Samhällsrisk presenteras i ett så kallat F/N-diagram (Frequency of accidents/Number of fatalities). I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten 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 samhällsrisk 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

Eftersom det i denna riskutredningen inte finns detaljer om vad för bebyggelse som planeras och därmed persontäthet har antagande kring detta gjorts.

En medelstor svensk tätort med 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. Som ett konservativt antagande används en persontäthet på 10 000 personer/km² för Älmhult så att denna riskutredning även ska kunna användas för områden där tät bebyggelse planeras.

Som jämförelse blir persontätheten betydligt högre per kvadratkilometer inom en enskild detaljplan om antalet boende i ett flervåningshus endast fördelas över en enskild fastighet om större delen av fastigheten bebyggs. 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 000⁴ personer/km² inom en enskild fastighet. Denna persontäthet är dock inte relevant att använda vid beräkningar för samhällsrisk för Älmhults 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.

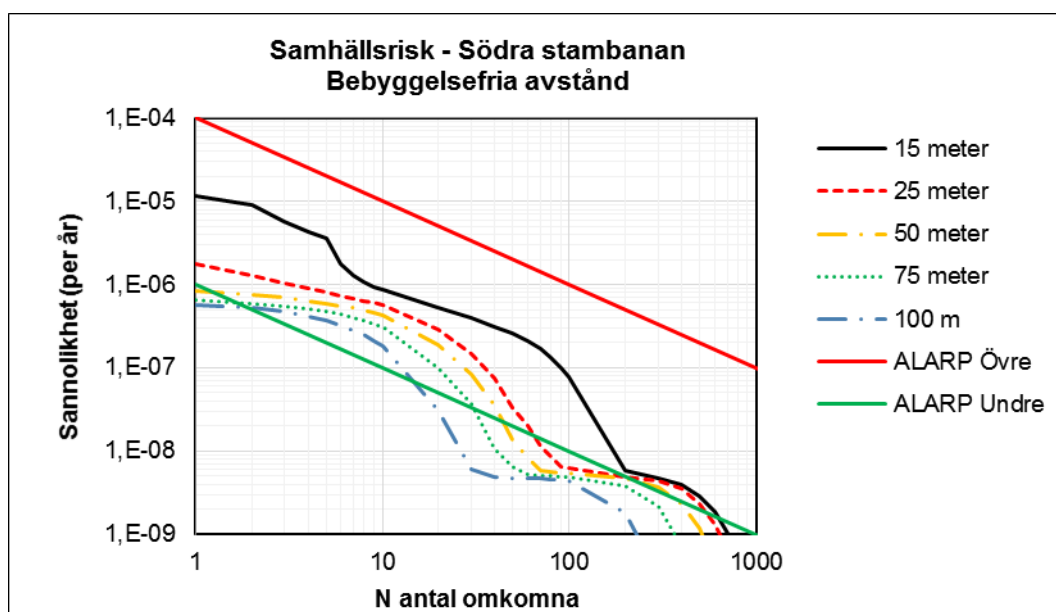
Beroende på hur marken används närmast riskkällan går det inte att utesluta att det befinner sig personer i detta område, men eftersom det inte bedöms vara beroende av planerad bebyggelse så antas persontätheten till 0 upp till det bebyggelsefria avståndet.

⁴ $10 \times 8 / 0,002 \text{ km}^2 = 40\ 000$

5.2.2 Södra stambanan

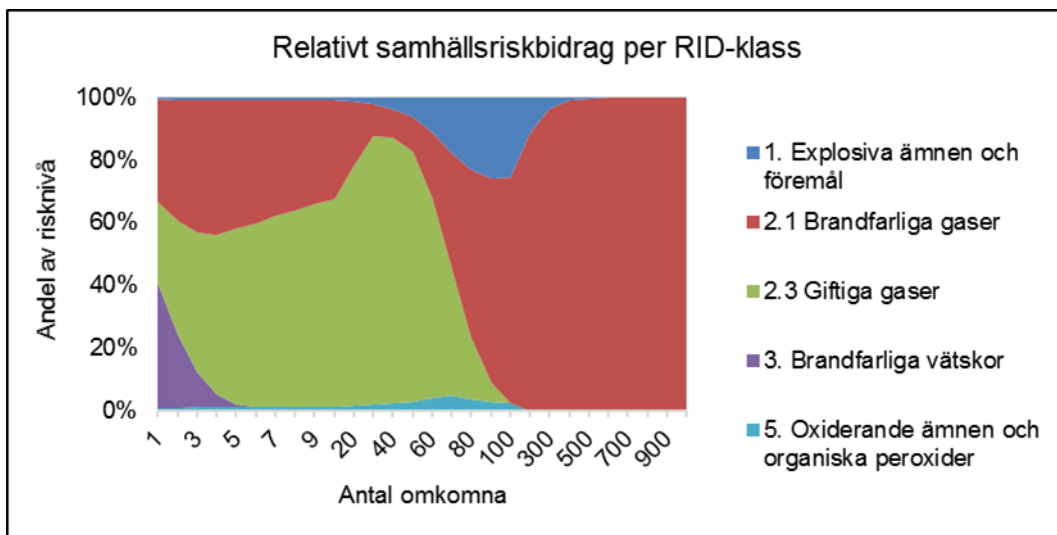
I Figur 15 nedan redovisas samhällsrisikberäkningar för Södra stambanan genom Älmhult.

Vid 25 meter sjunker individrisken markant eftersom direkt påkörning vid en urspårning är osannolikt bortom detta avstånd, vilket också ger avtryck i samhällsrisiknivåerna. Därefter sjunker samhällsrisiken främst i intervallen 10-100 omkomna. Beräkningarna utgår från tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) bortom det bebyggelsefria avståndet och att inga personer befinner sig närmare.



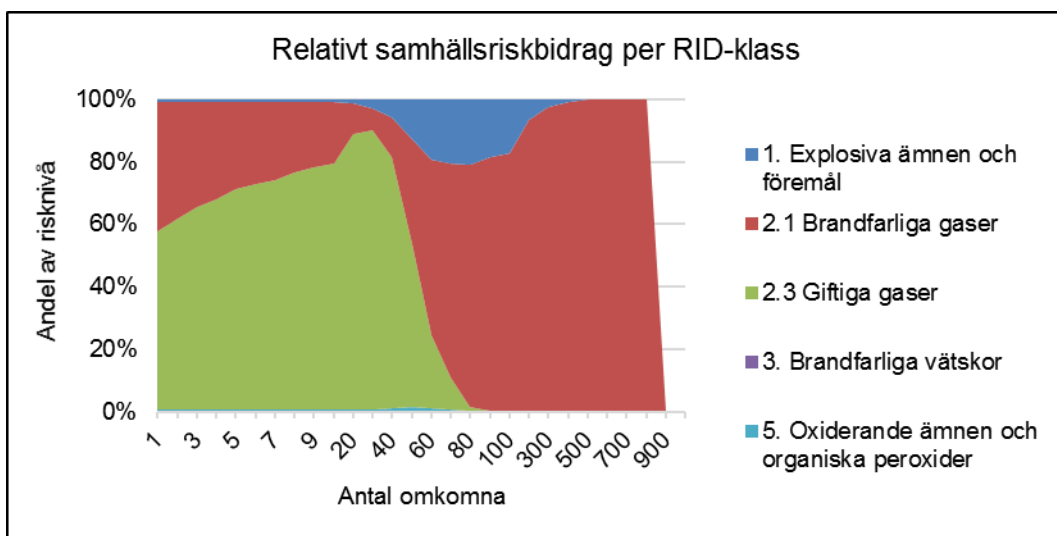
Figur 15. Samhällsrisiknivå för Älmhult med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) på olika avstånd från spåret.

I Figur 16 och Figur 17 redovisas hur stor andel av antalet omkomna som kan härledas till respektive RID-klass vid 25 respektive 50 meter från Södra stambanan. I båda fallen är det BLEVE som orsakar flest dödsfall, följt av giftig gas eftersom dessa båda händelser har relativt långa konsekvensavstånd.



Figur 16. Relativt andel av samhällsrisksbidrag vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse 25 meter från Södra stambanan (10 000 personer/km²).

I Figur 17 redovisas hur stor andel av antalet omkomna som kan härledas till respektive RID-klass.



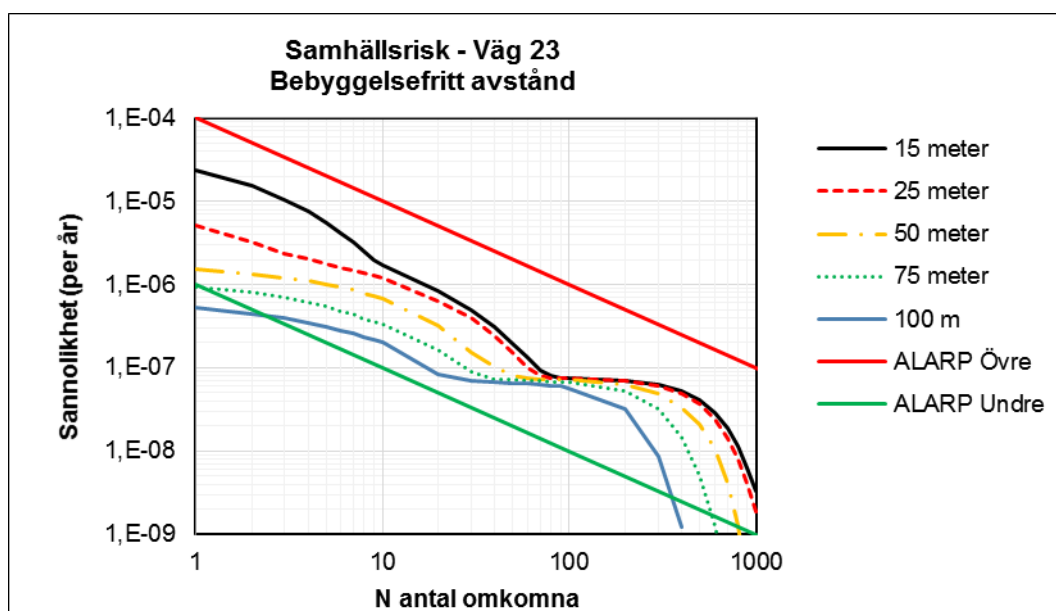
Figur 17. Relativt andel av samhällsrisksbidrag vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse 50 meter från Södra stambanan (10 000 personer/km²).

5.2.3 Väg 23

I Figur 18 nedan redovisas resultat av samhällsrisksberäkningar för väg 23.

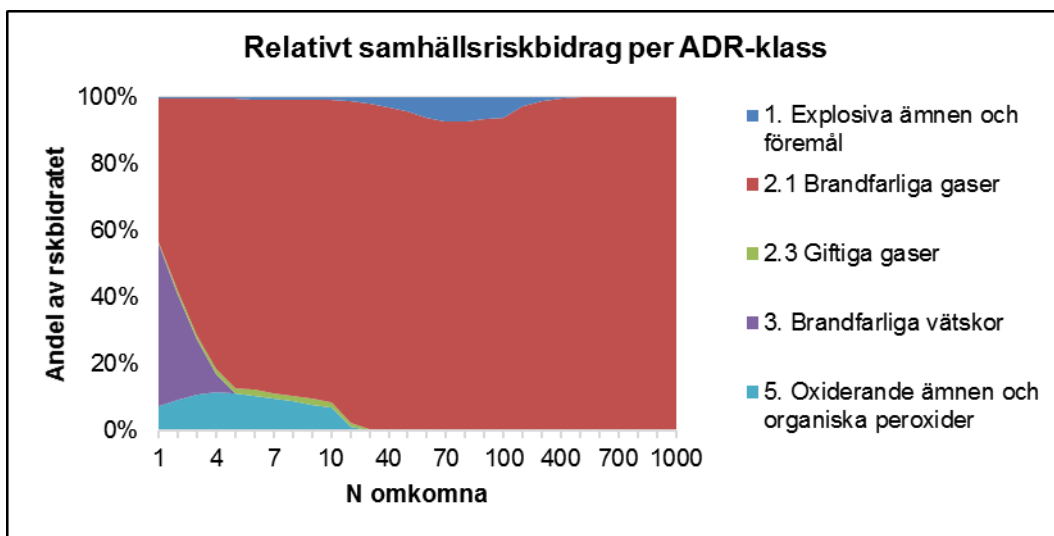
Generellt kan vi konstatera att händelser med högre sannolikhet har kortare konsekvensavstånd (färre omkomna) och där har det bebyggelsefria avståndet större betydelse. För mindre sannolika händelser med stora konsekvenser ger inte bebyggelsefria avstånd lika tydliga effekter på grund av den logaritmiska skalan. Antalet omkomna kan för dessa händelser fortfarande bli högt, men exempelvis gå från 300 till 200 dödsoffer när bebyggelsefritt ökar från 75 till 100 meter vid frekvensen 10^{-8} . Effekterna är alltså i absoluta tal stora, men det rör sig fortfarande om katastrofala händelser (med låg sannolikhet).

Med 25 meter bebyggelsefritt avstånd uppnås en samhällsrisik som är lägre än 10^{-5} för 1 omkommen, och 10^{-7} för 100 omkomna, se Figur 18.



Figur 18. Samhällsrisiknivå för Älmhult med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) på olika avstånd från väg 23.

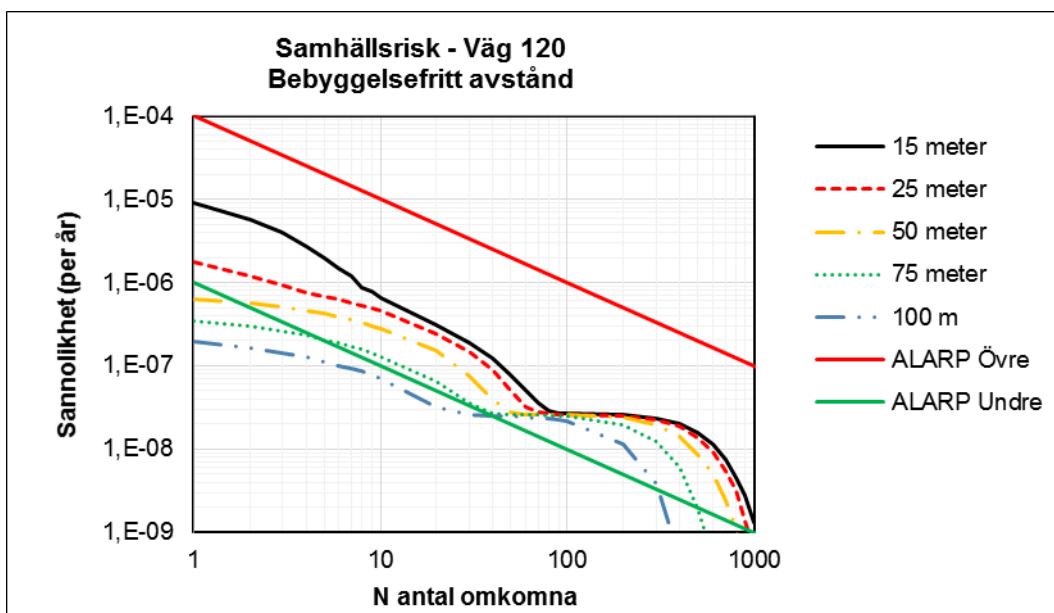
Det relativa samhällsrisksbidraget från respektive ADR-klass vid 25 meter redovisas i Figur 19. Det är brandfarliga gaser som ger störst samhällsrisksbidrag, genom jetflamma, gasmolnsbrand och BLEVE. Bortom 50 meter det i princip bara BLEVE som ger ett betydande riskbidrag.



Figur 19. Relativt andel av samhällsrisksbidrag vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) 25 meter från väg 23.

5.2.4 Väg 120

I Figur 20 redovisas samhällsrisksberäkningar för väg 120.



Figur 20. Samhällsrisksnivå med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) på olika avstånd från väg 120.

5.3 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.

5.3.1 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 (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 scenerierna 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 samhällsrisk.

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.

5.3.2 Känslighetsanalys

Simuleringar av individ- och samhällsrisk har genomförts med så kallad Monte Carlo-simulering där en fördelning antas för parametrar istället för medelvärden. Därefter simuleras 2 000 fall där olika värden plockas från dessa fördelningar. Som ett resultat ges

32(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

en spridning i resultatet som visar osäkerheten i de beräkningar som genomförs och det även att visa vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

Simuleringen används för att undersöka vilka parametrar som är mest osäkra, och på så vis ger mest variation i utdata. I beräkningarna av samhällsrisk för 1 död på grund av olycka bidrar följande tre parametrar med störst osäkerhet för olycka på järnväg:

1. Andel vagnar farligt gods av totala antalet godsvagnar
2. Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank (brandfarlig vätska)
3. Urspårningsfrekvens

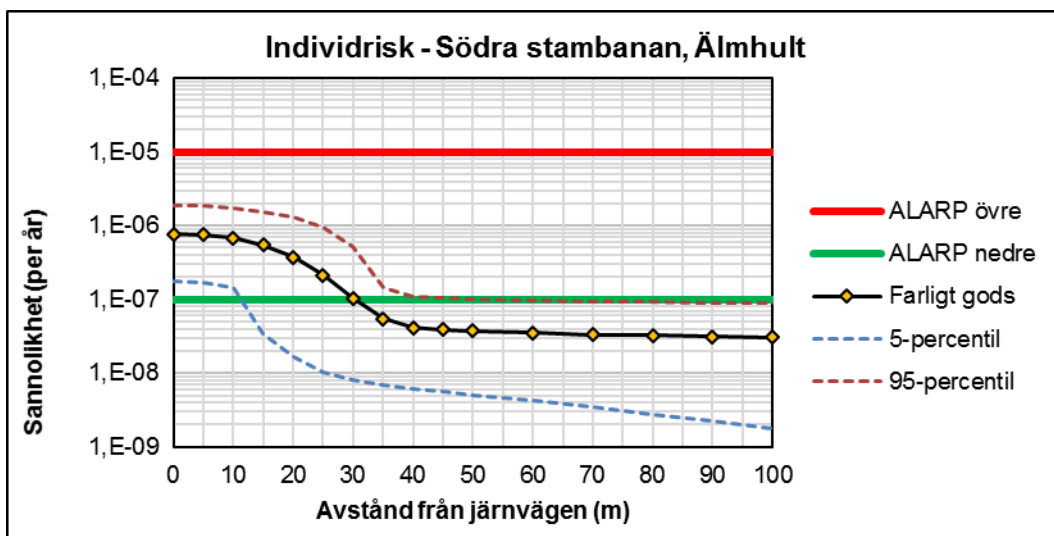
För väg:

1. Konsekvensavstånd gasmolnexplosion (UCVE)
2. Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank (brandfarlig vätska)
3. Sannolikhet för gasmolnexplosion UVCE

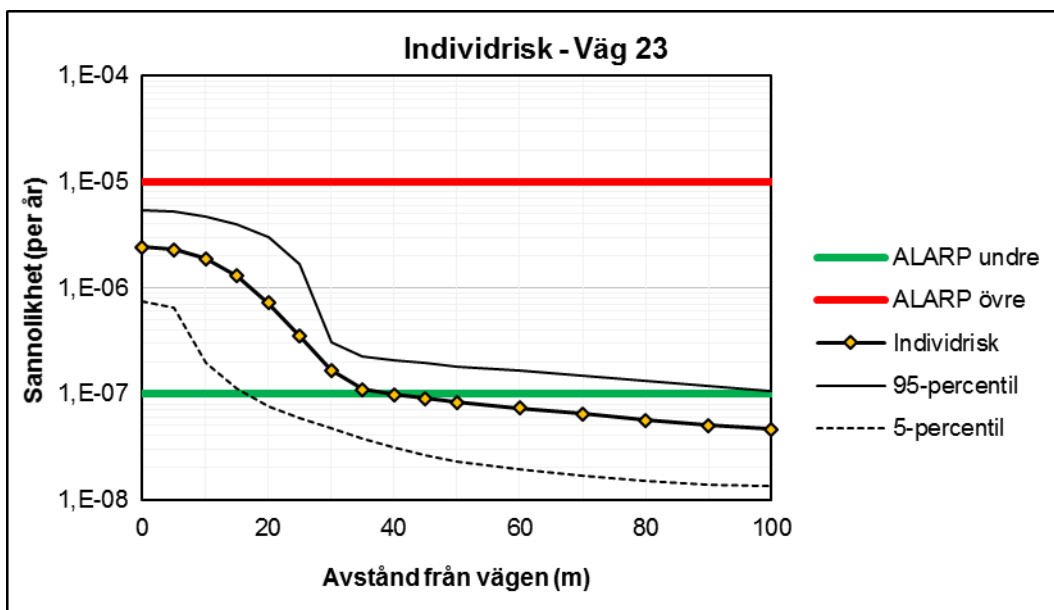
Ovanstående parametrar ger en fingervisning om vilka parametrar som ger stor påverkan på resultaten.

I Figur 21 visas spridningen på individriskberäkningarna för järnväg. Skillnad mellan 5-percentilen och 95-percentilen är i storleksordningen en 10-potens. Det visar att beräkningarna är osäkra, men eftersom värderingsskalan är 10-logaritmisk så blir ändå beräkningarna användbara. Det kan dock konstateras att tolkningen av när risknivån skär en viss linje (exempelvis 10^{-7}) skiljer relativt mycket, därför bedöms det inte vara lämpligt att tolka beräkningarna som att det är 100 % acceptabel risk vid 30 meter men oacceptabel vid 25 meter.

I Figur 22 redovisas osäkerheten i individriskberäkningarna för väg 23.

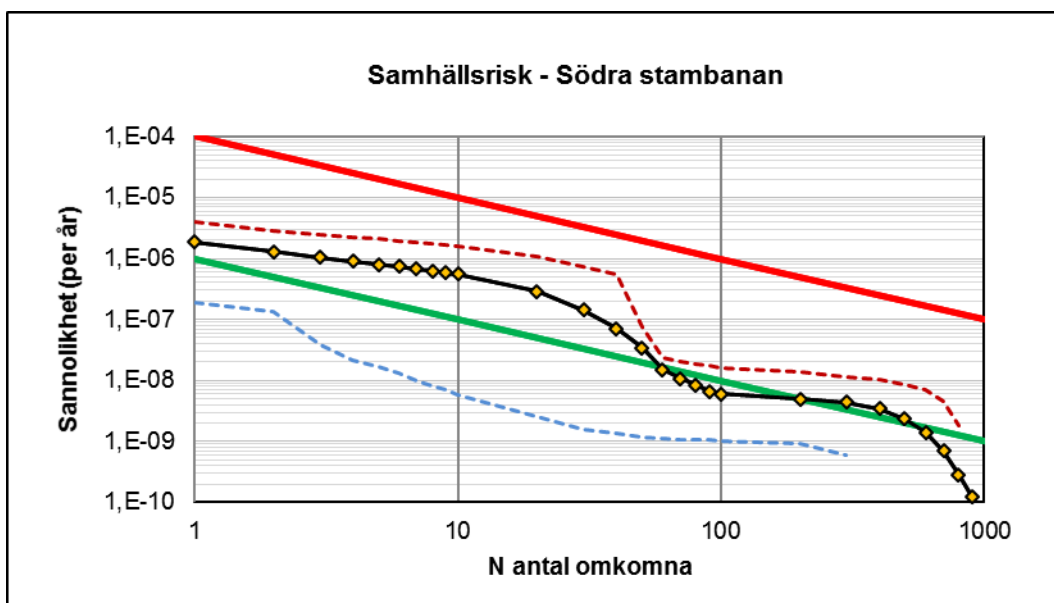


Figur 21. Spridningen för beräkningarna av individrisk för järnväg, redovisas här som 5- och 95-percentilen av 2 000 iterationer med Monte Carlo-simulering.



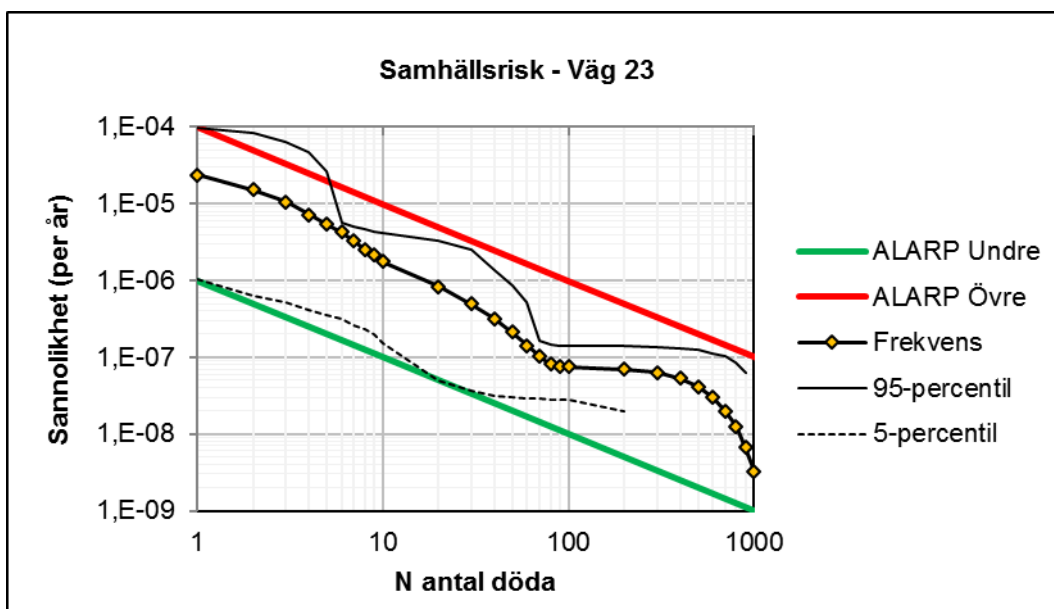
Figur 22. Spridningen för beräkningarna av individrisk för väg 23, redovisas här som 5- och 95-percentilen av 2 000 iterationer med Monte Carlo-simulering.

Figur 23 visar spridningen av resultatet för samhällsrisk för Södra stambanan. För det scenario där en befolkningstäthet på 10 000 personer 30 meter från transportleden tillåts.



Figur 23. Spridningen för beräkningarna av samhällsrisik, redovisas här som 5- och 95-percentilen av 2 000 iterationer med Monte Carlo-simulering.

Figur 24 visar spridningen av resultatet för samhällsrisik för väg 23. För det scenario där en befolkningstäthet på 10 000 personer 15 meter från transportleden tillåts.



Figur 24. Spridningen för beräkningarna av samhällsrisik, redovisas här som 5- och 95-percentilen av 2 000 iterationer med Monte Carlo-simulering.

I beräkningarna antas att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre jämfört med utomhus eftersom byggnader ger skydd mot de flesta scenarier. Effekten av att vara skyddad inne i en byggnad antas i flera föregående studier vara beroende av avståndet (Länsstyrelsen Hallands län 2011, VROM 2005). Av praktiska skäl görs i de beräkningar som redovisas här den förenklingen att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom det beräknade konsekvensavståndet (se Bilaga B).

6 Riskminskande åtgärder

Enligt rimlighetsprincipen, se kapitel 2.3, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Exempel på möjliga åtgärder presenteras nedan.

6.1 Vall, mur eller skärm

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 flamhöjden bli så hög att en skärm eller vall skulle behöva vara opraktiskt hög för att få en betydande effekt. Beräkningar genomförda i projektet Förbifart Stockholm (Trafikverket 2010) visar att en skärm med 4 meters höjd reducerar avståndet för kritisk värmestrålning (15 kW/m^2) från 17 till 11 meter vid en mindre pölbrand (50 m^2). För en större pölbrand (200 m^2) 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.

6.2 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

36(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

och isolering (exempelvis brandteknisk klass IE30). 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.

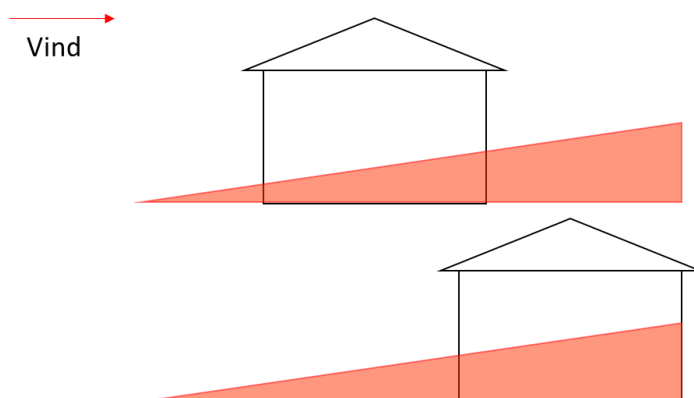
Det bedöms vara rimligt att ställa högre krav på en fastighet i fler än två plan och där det kan befinna sig personer med försämrade möjligheter att utrymma själva. Rör det sig om exempelvis äldreboende eller skola bör brandklass IE60 övervägas.

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

6.3 Ventilationsåtgärder

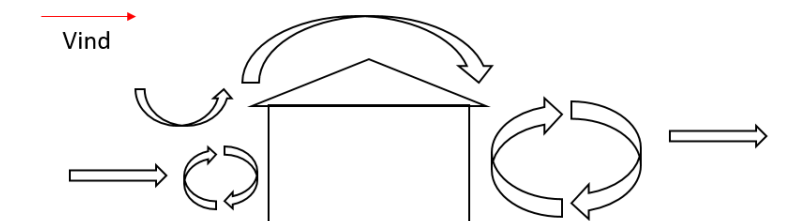
Friskluftsintagen på bebyggelse bör placeras på en fasad som vetter bort från järnvägen, alternativt på tak. Syftet med åtgärden är att minska den mängd brandfarlig och giftig gas samt rökgaser som kan komma in i byggnaden vid en olycka med farligt gods. Placeringen kan öka kostnaderna för ventilation.

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 25 (Thomasson 2017). Betydelsen av att placera friskluftsintag högt är större ju närmare riskkällan intaget ligger, på längre avstånd har gasmolnet fått en större utbredning i höjdlid, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

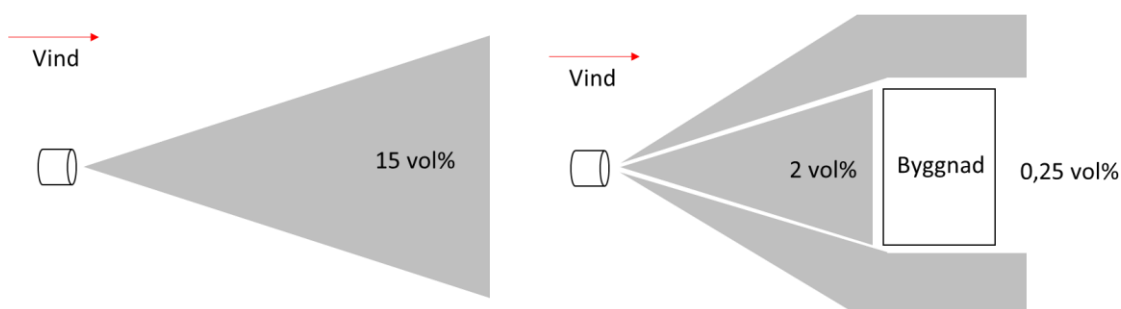


Figur 25. Utsläpp av kylid ammoniakgas sprids inledningsvis längs marken som en tung gas, men stiger ju mer den värms upp av omgivningen. Att placera friskluftsintag högt ger mer effekt ju närmre utsläppet byggnaden ligger.

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



Figur 26. Bilden illustrerar luftens strömning runt en byggnad. Fritt från FOA 1998.



Figur 27. Gasspridning med vinden kring en byggnad. Figuren baserad på vindtunneexperiment 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.

6.4 Disposition av byggnad

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

Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från 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.

6.5 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.

6.6 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.

6.7 Effekt av byggnadstekniska skyddsåtgärder

Nedan redovisas beräkningar för att kunna utvärdera effekten av ett antal riskminskande åtgärder. Av praktiska skäl redovisas här en uppsättning åtgärder som bedöms ge störst effekt i förhållande till kostnader och andra praktiska inskränkningar.

I flertalet riskutredningar och vägledning (Länsstyrelsen i Stockholms län 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2011) föreslås följande åtgärder (eller liknande varianter) när avstånden till leden är relativt korta:

- Någon typ av fysiskt hinder som gör att fordon inte kan lämna spår eller vägområdet och på så vis komma närmare bebyggelsen. Detta hinder ska även vara så tätt att en vätska inte kan rinna mot bebyggelsen.
- Friskluftsintag placeras så högt som möjligt och på sida bort från riskkällan.
- Möjligheter att på ett säkert sätt kunna utrymma på sida bort från riskkällan.
- Fasader (inkl. fönster, dörrar och takfot) utförs i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass IE30 (fönster EW30).

Fasad och fönster i brandteknisk klass kräver att fönster inte är öppningsbara utan nyckel eller specialverktyg. Detta eftersom effekten av den barriär som fönster utgör förväntas minska om fönster står öppna i händelse av en olycka.

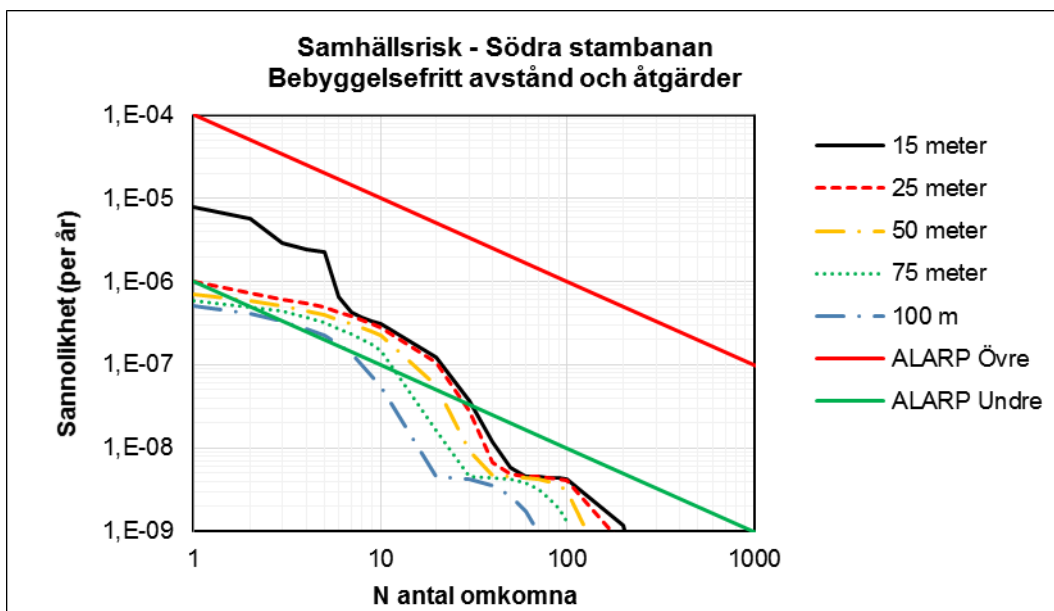
Dessa åtgärder bedöms ge relativt gott skydd mot de mest sannolika händelserna (pölbränder) och även de som får störst genomslag i samhällsrisik (BLEVE, gasmolnsbrand, jetflamma och giftigt gasmoln).

Hur stor effekt på sannolikheten att omkomma inomhus som detta får behöver uppskattas för att kunna användas i beräkningar. Det saknas statistiska data över sådana samband, och uppskattningar i andra riskutredningar varierar relativt mycket. Här antas att sannolikheten att omkomma inomhus minskas enligt följande:

- En faktor 5 lägre för värmestrålning med brandklassad eller ej brännbar fasad (inkl. fönster), samt möjlighet att utrymma säkert på sida bort från riskkällan.
- En faktor 3 lägre för giftgasmoln om ventilation placeras på tak eller på sida bort från transportleden.

6.7.1 Södra Stambanan

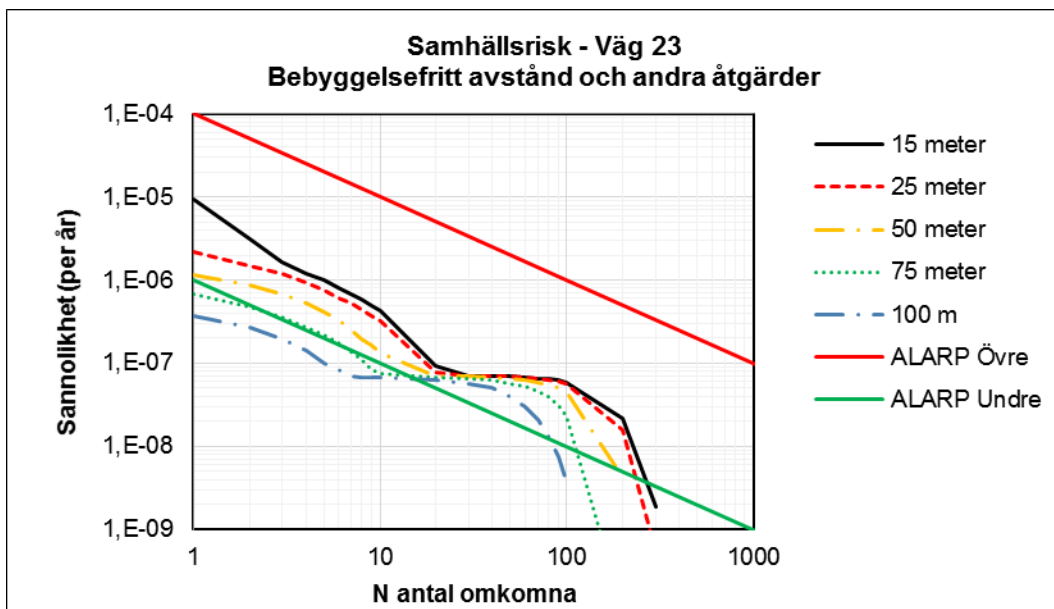
I Figur 28 redovisas samhällsrisk vid Södra stambanan när effekten av att åtgärdspaketet ovan använts.



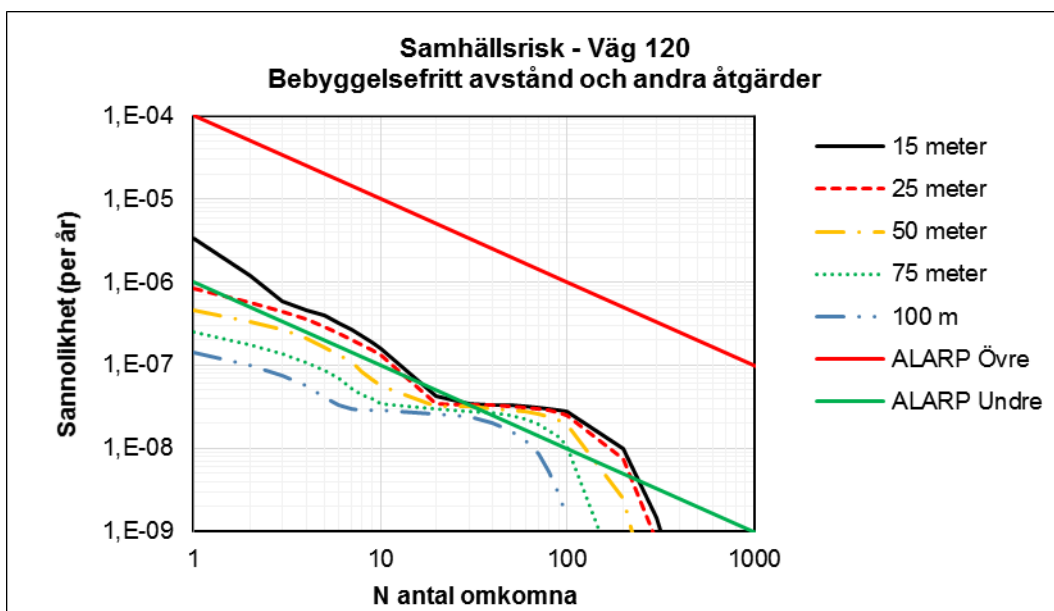
Figur 28. Effekt av riskreducerande åtgärder vid Södra stambanan.

6.7.2 Väg 23 och väg 120

I Figur 29 och Figur 30 redovisas samhällsrisk vid väg 23 respektive väg 120 när effekten av åtgärdspaketet ovan använts.



Figur 29. Effekt av riskreducerande åtgärder vid väg 23.



Figur 30. Effekt av riskreducerande åtgärder vid väg 120.

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 andra riktlinjer (Trafikverkets riktlinjer, RIKTSAM och riktlinjer i andra län).
- Rekommenderade åtgärder baserat på rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer.

Om avvikelser mot dessa skyddsavstånd 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 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.

7.1 Rekommenderade skyddsavstånd

Rekommenderad markanvändning med hänsyn till risker från farligt gods och urspårningar för Älmhult redovisas i Tabell 6.

Avståndet räknas från väggkant, alternativt släntfot om vägen går på bank. För järnväg räknas avståndet från närmsta räl.

En grundförutsättning som ska säkerställas vid planering med de avstånd som anges i Tabell 6 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.

Exempel på hur tabellen ska läsas:

- För väg 23 är det normalt lämpligt med kontor i max två plan bortom 30 meter, kontor i högst fyra plan bortom 40 meter och bortom 75 meter ställs inga begränsningar på antal våningsplan.
- Bostäder i max fyra våningsplan är normalt lämpligt bortom 40 meter från väg 23 och bortom 30 meter från väg 120. Bortom 75 meter från väg 23 är det normalt lämpligt med bostäder och hotell i fler än fyra våningsplan, men vissa riskreducerande åtgärder bör övervägas upp för känslig bebyggelse inom 100 meter från transportleden.

Kategorin "blandad bebyggelse" har tillkommit som en typ av bebyggelse där en särskild bedömning gjorts. Genom att ställa krav på bland annat fasad och begränsning av våningshöjd bedöms det vara rimligt att kunna korta avståndet för bebyggelse som annars hade betraktats som känslig.

Tabell 6. Rekommenderad markanvändning intill transportleder med farligt gods i Älmhult.

Ej känslig bebyggelse	Mindre känslig bebyggelse	Medelkänslig bebyggelse	Blandad bebyggelse*	Känslig bebyggelse**
Fåtal personer Tillfällig vistelse	Fåtal personer Vakna	Flertal personer som är vakna Byggnader i max två våningsplan	Högre persontäthet Sovande Individer som kan utrymma själva Byggnader i max fyra våningsplan	Hög persontäthet Särskilt känsliga individer Sovande utan god lokalkännedom Byggnader i mer än fyra våningsplan
-Parkering (ytparkering) -Trafik -Odling -Friluftsområde (t.ex. motionsspår) -Tekniska anläggningar -Drivmedelsförsäljning (obemannad)	-Verksamheter (service, lättare verkstadsindustri, tillverkning med försäljning, handel med skrymmande varor) -Lager -Tekniska anläggningar -Parkering (övrig)	-Handel (övrig handel) -Kontor (dock ej hotell) -Lager (även med betydande handel) -Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats) -Besöksanläggningar (verksamheter för kultur, religionsutövning, m.m. som riktar sig till besökare) -Centrum -Industri (övrig industri)	-Bostäder -Hotell -Medelkänslig bebyggelse men i fler än två plan	-Bostäder och hotell i fler än fyra plan -Vård -Skola -Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats) -Större samlingslokaler
Södra stambanan				
Inget skyddsavstånd	30 meter	30 meter	30 meter	50 meter
Väg 23				
Inget skyddsavstånd	20 meter	30 meter	40 meter	75 meter
Väg 120				
Inget skyddsavstånd	10 meter	20 meter	25 meter	40 meter

*Vanlig centrumbebyggelse i Älmhult. Förutsätter åtgärder enligt kapitel 7.2.1.

**Vissa riskreducerande åtgärder bör genomföras inom 100 meter, se kapitel 7.2.2.

7.2 Riskminskande åtgärder

7.2.1 Byggnadstekniska skyddsåtgärder för typisk centrumbebyggelse

Inom Älmhult förväntas en förtätning av de centrala delarna med bostäder, kontor, centrumverksamhet i upp till fyra våningar. Denna typ av bebyggelse bedöms utgöra ett mellanting mellan medelkänslig och känslig bebyggelse. För att den inte ska betraktas som känslig behöver följande åtgärder genomföras:

- Friskluftsintag placeras på tak eller sida som inte är exponerad mot riskkällan. Om det inte innebär stora negativa effekter ur andra perspektiv (exempelvis kraftigt ökade driftskostnader, försämrad luftkvalitet).
- Det ska vara möjligt att utrymma på sida som inte är exponerad mot riskkällan.
- Fasader (inkl. fönster, dörrar och takfot) utförs i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass IE30. Fönster ska endast vara öppningsbara med specialverktyg för rengöring och underhåll. Detta ska genomföras på sida som vetter mot transportleden.

Om dessa åtgärder inte genomförs ska riskavstånden för kategorin känslig verksamhet tillämpas.

7.2.2 Byggnadstekniska skyddsåtgärder för känslig bebyggelse

För känslig verksamhet/bebyggelse (exempelvis flerbostadshus i fler våningar än fyra, vård, skola) bör inom 100 meter från transportled med farligt gods följande åtgärder alltid övervägas.

- Friskluftsintag placeras på tak eller sida som inte är exponerad mot riskkällan. Om det inte innebär stora negativa effekter ur andra perspektiv (exempelvis kraftigt ökade driftskostnader, försämrad luftkvalitet).
- Det ska vara möjligt att utrymma på sida som inte är exponerad mot riskkällan.
- Fasader (inkl. fönster, dörrar och takfot) utförs i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass IE30. Fönster kan vara öppningsbara. Detta ska genomföras på sida som vetter mot transportleden.

7.3 Exponering från flera riskkällor

Vissa områden kommer att exponeras för risk från både väg och järnväg. Eftersom värderingen av risknivåer görs på en tiologaritmskala kommer dock den summerade risknivån värderas ungefär samma som om det bara fanns en riskkälla, åtminstone om de rekommenderade avstånden upprätthålls. I de fall en byggnad kan exponeras för två riskkällor kan bedömningen göras för den av riskkällorna som ger den största risken. Skyddsåtgärder måste dock utformas med hänsyn till båda riskkällorna vilket kan försvåra eller omöjliggöra önskad bebyggelse.

7.4 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 få ner den beräknade 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 (se kapitel 5.3).

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.

7.5 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 önskemål om ett bebyggelsefritt avstånd på 30 meter. Individrisken överstiger dock inte 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.

Det beräkningar som redovisas i denna rapport bedöms visa att de schablonmässiga avstånd som anges i RIKTSAM blir alltför försiktiga och inte leder till en rimlig avvägning mellan risk och nytta. De principer för hur processen bör utföras och viktiga avvägningar som bör göras är dock fortfarande relevanta.

7.6 Åtgärder oavsett risknivå

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

46(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

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). Inom detta avstånd är det rimligt att kommunen i mer detalj undersöker hur en detaljplan kan påverkas av risker från farligt gods och att andra skyddsåtgärder än avstånd utvärderas.

8 Referenser

FOA 1998. *Hur farlig är en ishall?*

Krogstad, P., & Pettersen, R. (1986). *Windtunnel modelling of a release of a heavy gas near a building*. Atmospheric Environment, Vol. 20, No. 5, pp. 867-878.

Länsstyrelsen i Sockholms län 2016. *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*.

Länsstyrelsen Skåne län 2007. RIKTSAM, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.

Räddningsverket 1997. *Värdering av risk*.

Räddningsverket 2001. *Tid för utrymning*.

Räddningsverket 2007. *Kartläggning av farligt godstransporter -September 2006*.

Sprängämnesinspektionen 1998. *SÅIFS 1998:7*.

Sveriges Kommuner och Landsting 2012. *Transporter av farligt gods - handbok för kommunernas planering*.

Thomasson 2017. *Riskreducerande åtgärder Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Examensarbete vid Lunds tekniska högskola.

Trafikanalys 2017:14, 2016:27, 2015:21, *Lastbilstrafik*.

Trafikverket 2013. *Transportsystemet i samhällsplaneringen*.

Trafikverkets statistikavdelning, e-post 6 oktober 2017. Uppgifter om antal vagnar med farligt gods och mängder fördelat per RID-klass.

VROM 2005. Guidelines for quantitative risk assessment.

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 händelsetråd. 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 händelsetråd 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 och 2014, Briab 2016, Brandskyddslaget 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarioer 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 i järnvägsvagnen 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, för järnvägsolycka antas den vara ca 0,2 % i de utredningar som gått igenom. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal

50(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

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. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna antas som en ingenjörsmässig bedömning konservativt till i medel 50 %. 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.

Enligt Banverket (2001) kan sannolikheten att en urspårning leder till utsläpp från tjockväggiga tankar uppskattas till 2 % för olyckor på järnväg (1 % punktering, 1 % stort hål).

Här har en något mindre konservativ uppskattning gjorts att sannolikheten för utsläpp istället varierar mellan 0,2 % och 2 % (mest troligt 1 %). Därefter görs ett antagande om storleken på hålet. I RIKTSAM (2007) används tre hålstorlekar för att beräkna utsläppets storlek; litet (10 mm diameter), medelstort (30 mm diameter) och stort (110 mm diameter). I enlighet med VTI (1994) bedöms fördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp vara; 0,6; 0,25 och 0,15 givet ett utsläpp.

Brandfarliga gaser (ADR/RID 2.1)

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

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

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

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 75 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flamman.

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

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

Giftiga gaser (ADR/RID 2.3)

Farligt godsclass 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.

52(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

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 miljörapport 2013).

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

54(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

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.

Andelen försändelser farligt gods (vagnar) baseras på statistik från åren 2013–2016 genom Älmhult baserat på statistik från Trafikverket (uppgift från Trafikverkets statistikavdelning 2017). Andelen farligt gods av totala mängden gods är i nationell statistik ca 5 % (Trafikanalys 2015). För Älmhult är ca 3 %.

Baserat på statistiken kan antalet vagnar per tåg och antal vagnar med farligt gods beräknas. Med hänsyn till den förväntade fördubblingen av trafiken och längre godståg antas antalet vagnar med farligt gods genom Älmhult vara dubbelt så många i riskberäkningarna jämfört med dagsläget.

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 (Internationella järnvägsförbundet, 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.

Högre hastigheter ger lägre sannolikhet för urspårning, vilket antas bero på högre krav på banan och fordonen vid högre hastigheter.

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	90	80 – 100
Antal dygn med trafikering per år	364	
Antal vagnar per tåg	ca 40	
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka		2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	4 %	1–3 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	85×10^{-8}	+/- 25 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 25 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg genom Älmhult (på 1 km) blir då $90 \times 364 \times 85 \times 10^{-8} \approx 2,8 \times 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 35 år.

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:

$$1 - (1 - \text{andel farligt gods})^{\text{antal vagnar som spårar ur}} = 7\% \text{ per urspårning}$$

Vilket ämne som finns i en vagn som spårar ur baseras på fördelningen mellan olika godsklasser. Då denna information är konfidentiell kan inte detaljer återges i denna rapport. Underlaget är för litet för att dra några noggranna slutsatser om eventuella trender över tid. Ett medelvärde för perioden 2013–2016 används för att räkna ut den procentuella fördelningen mellan godsklasser och denna fördelning antas vara samma 2040.

Beräkning med ovanstående parametrar ger att frekvensen för olycka med farligt gods ska ske på 1 km av Södra stambanan genom Älmhult är 0,002 per år, eller ca en olycka per ca 500 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

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

	Södra stambanan genom Älmhult
ADR 1 – Explosiva ämnen	$1,3 \cdot 10^{-6}$
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$2,9 \cdot 10^{-4}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$9,6 \cdot 10^{-5}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$4,8 \cdot 10^{-4}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$2,1 \cdot 10^{-4}$

Som jämförelse har även beräkningar genomförts med Banverkets modell från 2001 och vilket resulterar i en urspårningsfrekvens för sträckan på ca 2×10^{-3} per år. Skillnaderna blir inte betydande i detta fall, och det högre värdet används.

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 som inte fångas upp i Banverkets modell från 2001.

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 (Banverkets 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 (Banverket 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 Södra stambanan genom Älmhult.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,1	0,2	1	$5,0 \times 10^{-9}$
2.1	Jetflamma	10	20	30	$2,2 \times 10^{-7}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$4,5 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$4,4 \times 10^{-9}$
2.3	Giftigt gasmoln	50		100	$5,3 \times 10^{-7}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$1,3 \times 10^{-6}$
	Pölbrand	10	20	30	$1,6 \times 10^{-5}$
5	Brand	0,02	0,05	0,07	$1,7 \times 10^{-8}$
	Explosion	0,001	0,003	0,004	$1,1 \times 10^{-08}$

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

A1.3 Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

A1.3.1 Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

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

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

Q = Olyckskvot (antalet olyckor/ fordonskilometer)

L = Längd för berörd vägsträcka (km)

F = Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka

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

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

Olyckskvoten Q baseras på Vägverkets modell för olycka med tunga fordon (1998). Korrigeringsfaktorn för antalet fordon per olycka (F) ansätts till 1,8 för tätort och 1,5 i landsbygd enligt Vägverket (1998). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25 %. Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka med fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell A-4.

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

	Väg 120	Väg 23
Antal lastbilar per dygn	600	1500
Olyckskvot	0,8	0,4
Korrigerig flera fordon	1,8	1,5
Olyckfrekvens per år, farligt gods	0,010	0,011
ADR 1 – Explosiva ämnen	$3,3 \times 10^{-6}$	$3,4 \times 10^{-6}$
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$7,1 \times 10^{-4}$	$7,4 \times 10^{-4}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$4,7 \times 10^{-9}$	$4,9 \times 10^{-9}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$4,8 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$2,3 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$

A1.3.2 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 korrigerig 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.

A1.3.3 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 väg 120 genom Älmhult samt väg 23 på sträckan som passerar Älmhult.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde, per år)	
		Min	Mest troligt	Max	Väg 120	Väg 23
1	Explosion*	0,01	0,1	1	$7,7 \times 10^{-9}$	$8,0 \times 10^{-9}$
2.1	BLEVE	0,1	1	2	$2,6 \times 10^{-8}$	$7,0 \times 10^{-8}$
	Jetflamma	2	6	20	$2,0 \times 10^{-7}$	$5,3 \times 10^{-7}$
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60	$8,0 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^{-6}$
2.3	Giftigt gasmoln	50		100	$1,3 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-8}$
3	Pölbrand	2	3	13	$2,3 \times 10^{-5}$	$6,2 \times 10^{-5}$
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3	$8,0 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^{-5}$
5.1	Explosion	0,04	0,3	1	$9,3 \times 10^{-8}$	$2,5 \times 10^{-7}$
	Brand	0,3	0,35	0,4	$8,7 \times 10^{-8}$	$2,3 \times 10^{-7}$

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

A2 Referenser

- Alvarsson & Jonsson, 2016. *Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods*, Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola
- 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, Lundstekniska högskola.
- Banverket/Fredén 2001. Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Barkan et al. 2003. Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk.
- Brandskyddslaget 2015. Riskanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.
- BRIAB 2016. Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.
- Göteborgs stad 1999. Översiktsplan för Göteborg – fördjupad för sektorn transport av farligt gods.
- International Union of Railways (UIC) 2002. UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.
- Länsstyrelsen Skåne län 2007. Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM).
- 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.
- Räddningsverket 1996. Farligt gods - riskbedömning vid transport.
- 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*.
- 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., Kätilstorp.
- 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.

62(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

WUZ 2016. Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad.

WUZ, 2015. *Bebyggelseplanering och farligt gods i Norrbottens län.*

Vägverket 1998. *Förrorening av vattentäkt vid vägtrafikolycka.*

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

64(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÅLMHULT

B1 Inledning

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen, men skador kan uppkomma dels på grund av att en urspårad vagn hamnar utanför spåret eller om en urspårning leder till utsläpp med farligt gods.

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

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

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

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

B1.1 Typ av utbredning

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

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

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

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

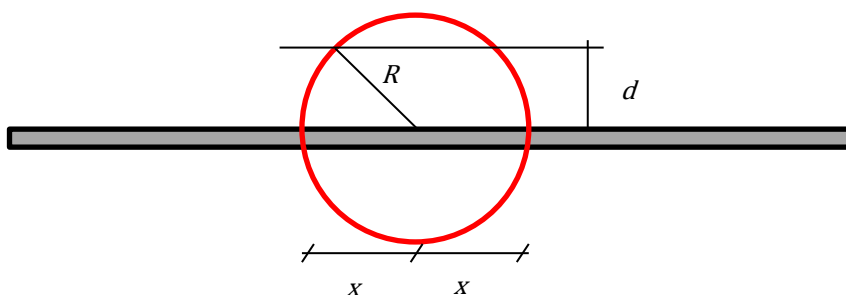
B1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst

avstånd från järnvägen. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur B-1:

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

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

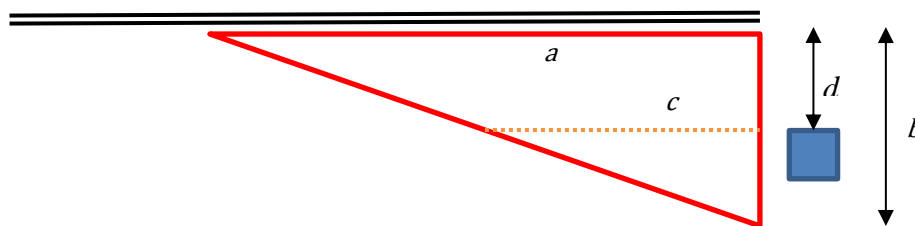


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

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 (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 (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.

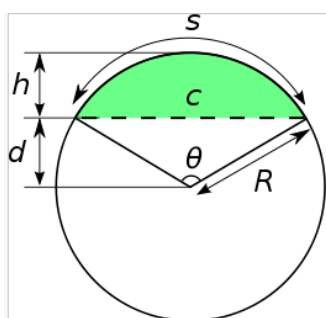
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

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 järnvägen 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 järnvägen 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 järnvägen och längre.⁵

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.

⁵ Källa till Holländska riktlinjer.

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

Avstånd från järnväg (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Persontäthet per km ²
0-5	100 %	0 %	100 %	0 %	0
5-10	100 %	0 %	100 %	0 %	0
10-15	100 %	0 %	100 %	0 %	0
15-20	10 %	90%	2 %	98 %	10 000
20-25	10 %	90%	2 %	98 %	10 000
25-35	10 %	90%	2 %	98 %	10 000
...

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	Sannolikhet att omkomma inomhus*
	Uniforma fördelningar
ADR/RID 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	40-60 %
ADR/RID 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand	25-75 %
ADR/RID 2.3 – Giftigt gasmoln	25-75 %
ADR/RID 3 – Gasmolnsbrand	25-75 %
ADR/RID 3 – Pölbrand	25-75 %
ADR/RID 5 – Brand	25-75 %
ADR/RID 5 – Explosion	40-60 %

* 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.

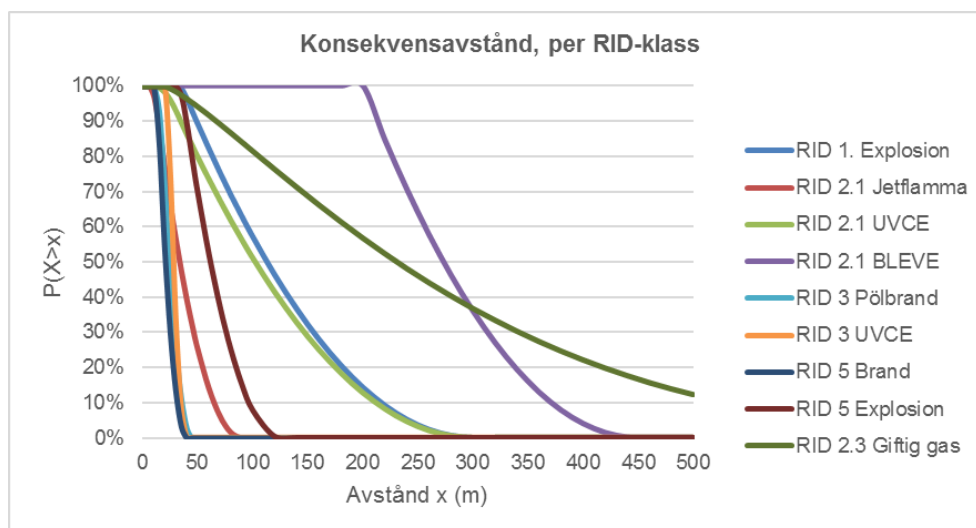
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016; WUZ, 2016; WSP, 2016; Briab, 2016; Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarioer 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.

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	100	200	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	25	90
	Gasmolnexplosion - och brand	Pertfördelning	10	30	300
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	20	100	1200
3	Pölbrand	Pertfördelning	10	20	45
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	Pertfördelning	20	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.

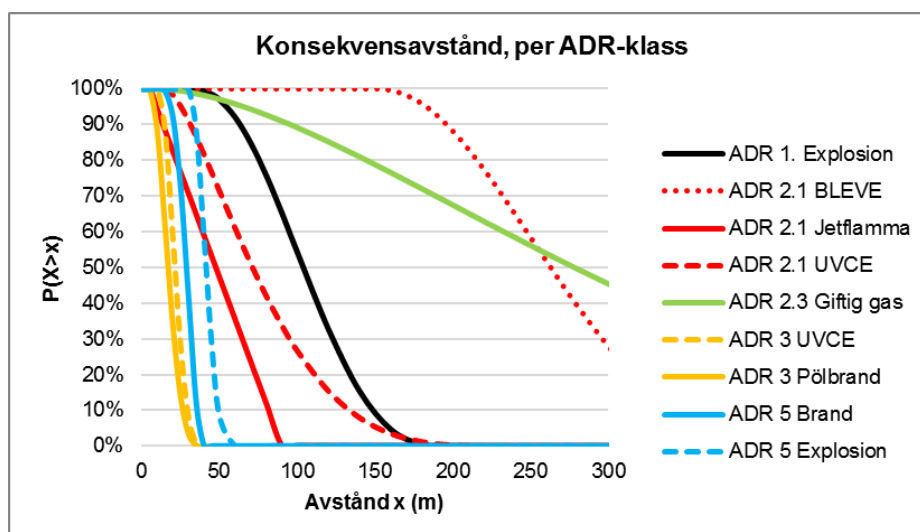


Figur B-6. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från spåret.

Tabell B-5. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna.

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	150	250	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	40	90
	Gasmolnexplosion/UVCE	Pertfördelning	15	50	250
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	10	200	1000
3	Pölbrand	Pertfördelning	10	20	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 samhällsriskerna (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Tabell B-6. Sammanställning över beräknat antal omkomna för varje scenario på Södra stambanan.

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde)		
		Bebyggelsefritt 35 meter	Bebyggelsefritt 70 meter	Bebyggelsefritt 140 meter
1	Explosion, raserade byggnader	47	18	0
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	1,9	0	0
2.1	BLEVE	200	150	88
	Jetflamma	1,1	0	0
	Gasmolnexplosion - och brand	1,6	0,1	0
2.3	Giftigt gasmoln	23	19	14
3	Pölbrand	0	0	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0	0	0
5	Explosion	1,9	0	0
	Brand	0	0	0

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 samhällsriskerna (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Nedan redovisas antal förväntat omkomna för scenariot med en persontäthet på 10 000 personer/km² 35 meter från vägen.

Tabell B-7. Förväntat antal omkomna för respektive scenario, med en persontäthet på 10 000 personer/km² på olika avstånd från vägen.

		Förväntat antal omkomna (medelvärde)

72(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

Klass	Scenario	Bebyggelsefritt 35 meter	Bebyggelsefritt 70 meter	Bebyggelsefritt 140 meter
1	Explosion, raserade byggnader	47	18	0
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	1,9	0	0
2.1	BLEVE	200	150	88
	Jetflamma	1,1	0	0
	Gasmolnexplosion - och brand	1,6	0,1	0
2.3	Giftigt gasmoln	23	19	14
3	Pölbrand	0	0	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0	0	0
5	Explosion	1,9	0	0
	Brand	0	0	0

B4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

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

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.

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.

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

eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

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.

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.

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.

74(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÄLMHULT

B5 Referenser

Brandskyddslaget 2015. *Risikanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.*

BRIAB 2016. Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.

Försvarets forskningsanstalt (FOA) 1997. Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker.

Försvarsmakten, Krisberedskapsmyndigheten & FOI 2008. Faktainsamling CBRN. Hämtat från <http://www.faktasamlingcbrn.foi.se/>

Göteborgs stad 1999. Översiktsplan för Göteborg – fördjupad för sektorn transport av farligt gods.

Institutionen för Brandteknik vid Lunds universitet 1992. Introduktion till konsekvensberäkningar – Några förenklade typfall, ISSN 1102-8246.

International Union of Railways (UIC) 2002. UIC Code 777-2: Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone.

Länsstyrelsen Skåne län 2007. Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen.

Office of Emergency Management & Emergency Response Division. Mjukvaran: ALOHA v.5.4.2.

VROM 2005. Guidelines for quantitative risk assessment.

WSP 2014. Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl., Kättilstorp.

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.

76(78)

RAPPORT
2018-06-19
VERSION 1
FYSISK PLANERING INTILL TRANSPORTLEDER FÖR
FARLIGT GODS I ÅLMHULT