

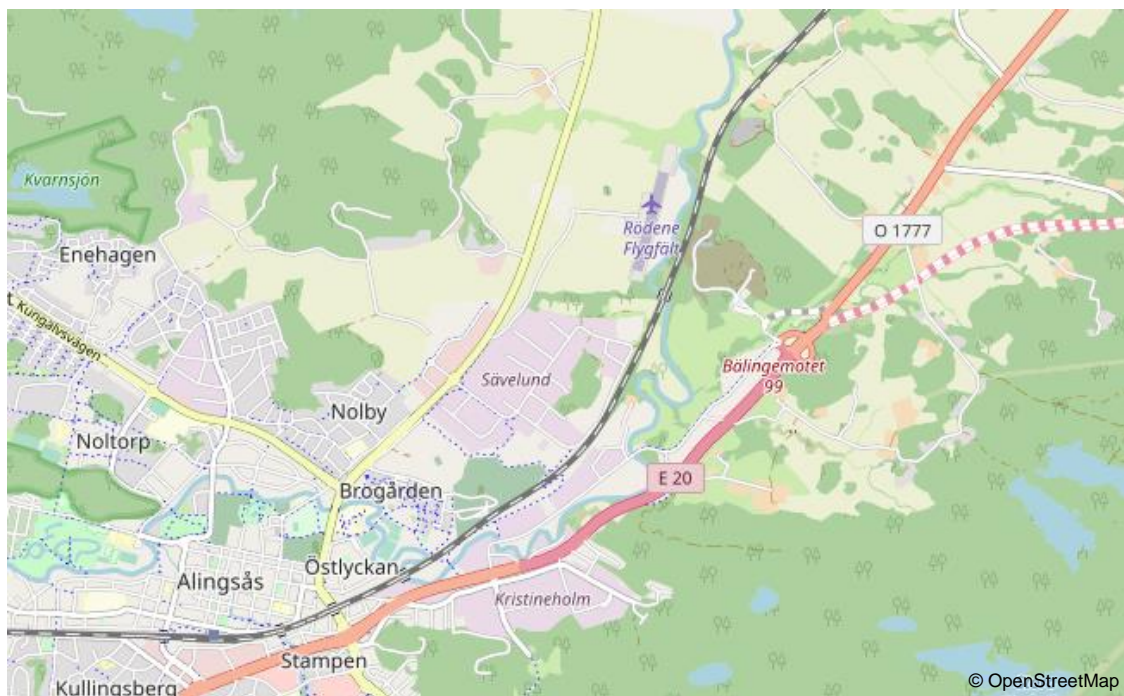
RAPPORT

ALINGSÅS KOMMUN

Alingsås verksamhetsområde Norr

UPPDRAGSNUMMER 13011555

RISKUTREDNING AV TRANSPORTER MED FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG I ALINGSÅS KOMMUN, STÖD TILL FYSISK PLANERING



VERSION 1

2020-08-10

Sweco Environment AB

RISKHANTERING & BESLUTSSTÖD

HANDLÄGGARE: SARA HAMMAR

GRANSKARE: JENNIFER WOLSING

Sammanfattning

I Alingsås kommuns översiktsplan och flerårsstrategi med tillhörande tillväxtprogram pekas områdena kring den norra infarten till staden Alingsås ut som ett nytt verksamhetsområde. Samhällsbyggnadskontoret har därför under 2019 påbörjat arbetet med ett planprogram för "Verksamhetsområde Norr". Programmet syftar till att utreda möjligheterna för verksamhetsmark inom det delvis oexploaterade markområdet och identifiera byggbar mark. Syftet är också att studera läget för den nya trafikleden kallad "Norra länken" och hitta läge för en bro över järnvägen och Sävån.

Syftet med denna riskutredning är att ge en övergripande bild över de risker av transporter med farligt gods som förekommer på Västra stambanan förbi området och hur detta kan hanteras i det fortsatta planarbetet. Beräkningar av individrisk och samhällsrisk används tillsammans med rekommendationer och krav från olika myndigheter för att föreslå riskreducerande åtgärder och skyddsavstånd mellan planerad bebyggelse och riskkällan.

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

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

Byggnader bör generellt inte placeras närmare än 30 meter till närmsta järnvägsmitt utan en närmare bedömning om det är lämpligt eller ej. För järnväg är detta främst motiverat av Trafikverkets publikation *Transportsystemet i samhällsplaneringen* om att ett bebyggelsefritt avstånd på 30 meter ska upprätthållas.

För ny bebyggelse ska följande riskreducerande åtgärder genomföras. För vilken bebyggelse typ åtgärderna ska antas illustreras i Tabell 2 på sida 29.

- a) Friskluftsintag placeras på tak eller på fasad som inte vetter mot Västra stambanan i norra Alingsås.
- b) Huvudentré placeras bort från Västra stambanan i norra Alingsås.
- c) Fasad som vetter mot Västra stambanan i norra Alingsås ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt i brandteknisk klass EI30.
- d) Det ska vara möjligt att utrymma bort från riskkällan (Västra stambanan) i norra Alingsås.

Verksamheter så som bostäder, hotell, lager, industri och kontor accepteras med åtgärd a och d fram till 30 meter från spårmit. Mindre persontät verksamhet, så som lager, industri och mindre handelsverksamhet kan accepteras fram till 10 meter från spårmit med åtgärd a, c och d. Trafikverket kan dock anse att 30 meter ska hållas till spårmit till följd av andra orsaker än farligt gods.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Riskdefinition	2
1.4	Omfattning och avgränsningar	3
1.5	Genomförande	4
2	Styrande och vägledande dokument	6
2.1	Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm	6
2.2	Plan- och bygglagen	7
2.3	Miljöbalken	7
2.4	Rekommendation från Trafikverket för järnväg	8
2.5	Värdering av risk	8
3	Riskidentifiering	11
3.1	Farligt gods	11
3.2	Urspårning	12
3.3	Transporter på Västra stambanan	13
4	Riskenivåer och riskvärdering	14
4.1	Individrisk	14
4.2	Samhällsrisk	16
4.3	Diskussion kring beräknade riskenivåer	19
4.4	Osäkerheter och känslighetsanalys	19
4.4.1	Förenklingar, antaganden och avgränsningar	20
4.4.2	Känslighetsanalys	21
5	Riskreducerande åtgärder	24
5.1	Diskussion kring riskreducerande åtgärder	24
5.1.1	Räcke, vall, mur eller skärm	24
5.1.2	Ice-brännbar eller brandklassad fasad	25
5.1.3	Ventilationsåtgärder	25
5.1.4	Disposition av byggnad	27
5.1.5	Förstärkning av stomme/fasad	27
5.1.6	Laminerat glas	27
6	Slutsats och rekommendationer	28

7 Referenser

31

Bilagor

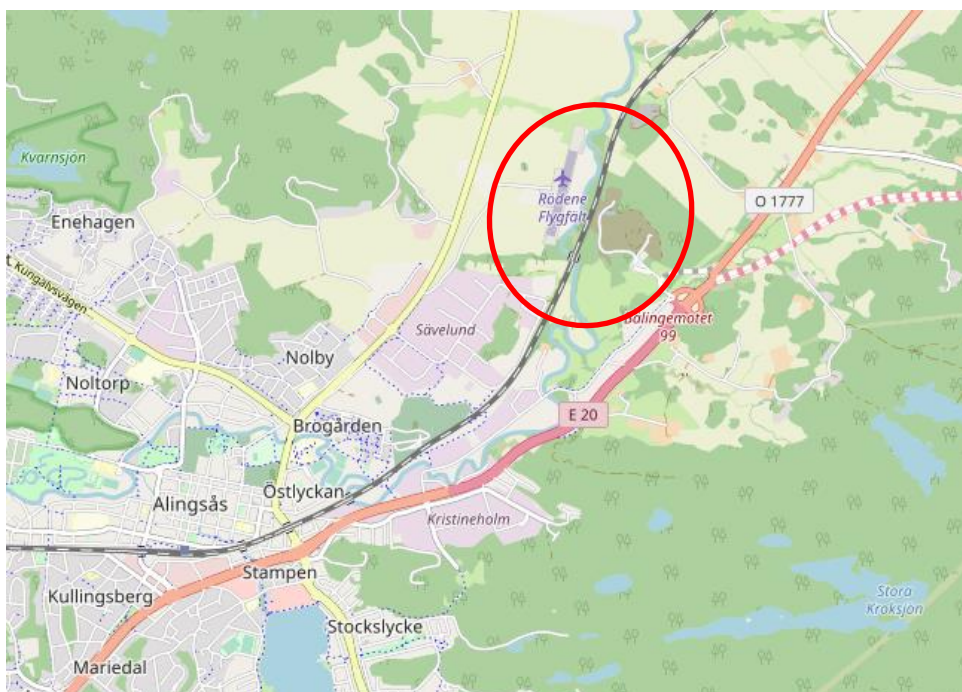
1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Alingsås kommuns översiktsplan och flerårsstrategi med tillhörande tillväxtprogram pekas områdena kring den norra infarten till Alingsås ut som nytt verksamhetsområde (se Figur 1). Inom området planeras också för en ny trafikled som ska förbinda E20 med Vänersborgsvägen. Samhällsbyggnadskontoret har därför under 2019 påbörjat arbetet med ett planprogram för "Verksamhetsområde Norr". Programmet syftar till att utreda möjligheterna för verksamhetsmark inom det delvis oexploaterade markområdet och identifiera byggbar mark. Syftet är också att studera läget för den nya trafikleden kallad "Norra länken" och hitta läge för en bro över järnvägen och Sävån.

Verksamheter planeras i direkt anslutning till järnvägen längs en sträcka på ca 150 meter öster om järnvägen. Det är ännu inte bestämt vilka verksamheter som kommer att etablera sig inom området eftersom kommunen fortfarande befinner sig i ett tidigt planeringsskede och etableringarna delvis kommer att bero på efterfrågan. Hela programområdet i stort planeras för verksamheter såsom verkstäder, lättare industri i olika skala, lager och logistik samt till viss del handel med skrymmande varor (t.ex. bygghandel och bilförsäljning). Inom det område som angränsar till Västra stambanans östra sida är det troligast att det kommer att röra sig om verksamheter såsom lager- och logistikverksamhet och/eller lätt industri.

På Västra stambanans västra sida löper Sävån parallellt med järnvägen och där råder strandskydd (100 meter). Det innebär att det inte kommer att vara möjligt att etablera verksamheter inom 150 meter från järnvägen på den västra sidan. Intill programområdet finns E20 som också är en farligt gods-led. Arbetet pågår just nu med en ny sträckning av E20 som kommer att färdigställas under första kvartalet 2021. Det innebär att farligt godsleden får ett längre avstånd från de nya verksamheterna och avståndet överstiger därmed 150 meter. Riskbedömning med farligt gods på E20 ingår därför inte i denna rapport.



Figur 1. Illustrerar områdets placering i förhållande till Alingsås tätort.

1.2 Syfte

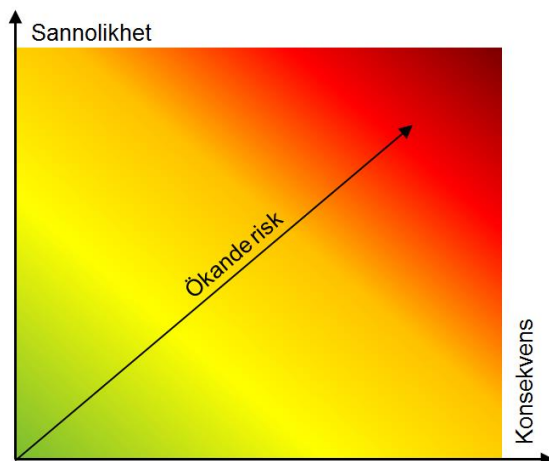
Uppdraget är att ta fram en riskbedömning som ger en övergripande bild över de transporter av farligt gods som förekommer på Västra stambanan förbi området och hur detta kan hanteras i det fortsatta planarbetet. Syftet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning (mindre känslig markanvändning) utifrån riskpåverkan.

Målet är att föreslå riskreducerande åtgärder och skyddsavstånd för att möjliggöra planerad bebyggelse med avseende på risken från farligt gods på järnvägen. Beräkningar av individrisk och samhällsrisk används tillsammans med erfarenhet från tidigare riskutredningar samt rekommendationer och krav från olika myndigheter. Beräkning genomförs för den trafikmängd som förväntas på järnvägen 2040.

1.3 Riskdefinition

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att den oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 2 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

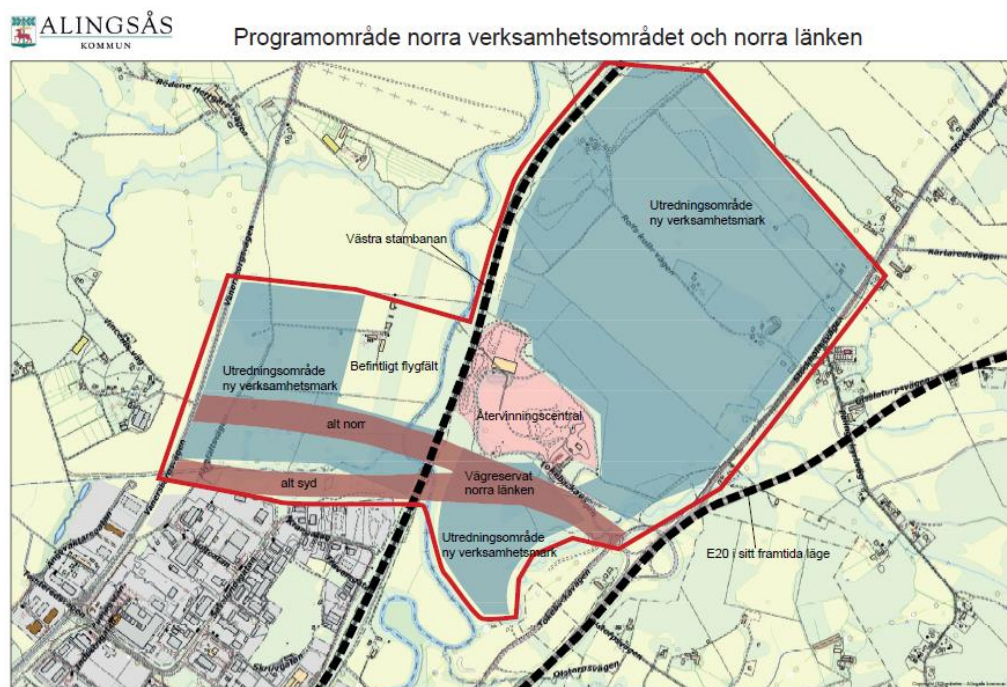
samhällsrisik tas hänsyn till hur många personer som antas vara exponerade för dödlig skada och den beskriver sannolikheten per år för att en eller flera människor omkommer.



Figur 2. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.4 Omfattning och avgränsningar

Riskutredningen omfattar farligt gods på järnvägen (Västra stambanan) som går genom planområdet. Se planrådets gränser och Västra stambanan i Figur 3.



Figur 3. Planrådets gränser och Västra stambanan i nordöstra delen av Alingsås.

Riskutredningen omfattar risker förknippade med allvarliga olyckor på Västra stambanan som kan påverka framtida bebyggelse inom planområdet. Fokus är alltså att utreda olycksrisker för personer som befinner sig i den bebyggelse som kan komma att planeras intill transportleden.

Följande ingår ej i arbetet:

- Risker med farligt gods på E20.
- 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.

1.5 Genomförande

Riskutredningen har genomförts i följande steg:

- Beskrivning av nuvarande och framtida förhållanden avseende antal tåg och transporter med farligt gods på järnväg. Detta omfattar beskrivning av vilka typer och mängder farligt gods som är aktuella.
 - Individrisk och samhällsrisk beräknas för den trafikmängd som förväntas¹ år 2040 både på väg och järnväg. Generell statistik av fördelning av farligt gods används².
- En uppskattning av risknivån utifrån ovanstående underlag genom beräkningar och expertbedömningar.
- Beräknade risknivåer värderas mot relevanta kriterier och därefter föreslås lämpliga åtgärder. 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

¹ Trafikverkets trafikprognos (2040) för den aktuella järnvägen har använts (Trafikverket, 2020)

² Detta då det är mycket svårt att få fram den verkliga fördelningen och då detta kan ändras från år till år. En känslighetsanalys genomförs och diskussion sker kring rimliga åtgärder beroende på tänkbara scenarier och konsekvenser oavsett ämne som transporteras.

konsekvensavståndsberäkningar. Detta ger en riskmodell som innehåller ett stort antal experters bedömningar.

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

2 Styrande och vägledande dokument

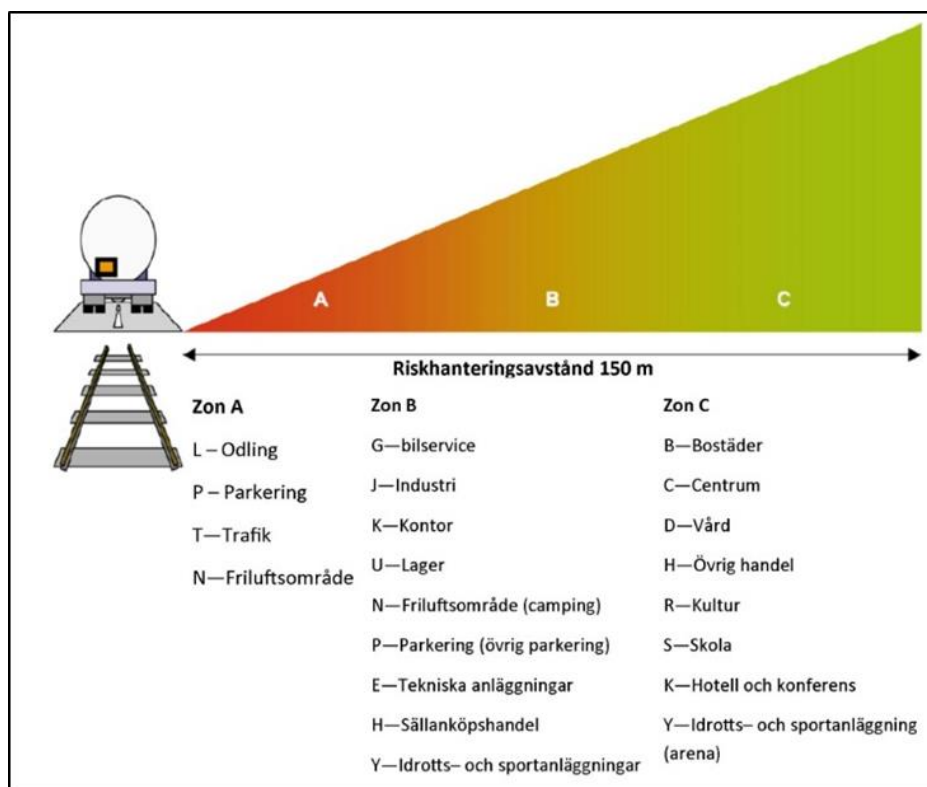
I följande avsnitt presenteras relevanta lagar, riktlinjer och värderingskriterier för denna analys.

Alingsås kommun skriver i *Fördjupning av översiktsplanen för Alingsås kommun – Staden, Förutsättningar del 2* (Alingsås kommun, 2008) att det saknas generella riktlinjer i Alingsås för hur nära en järnväg bebyggelse kan lokaliseras. Kommunen hänvisar dock till Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm som tagit fram skriften *Riskhantering i detaljprocessen* (Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, 2006).

2.1 Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm

Riskhantering i detaljprocessen (Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, 2006) innefattar en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods. Skriften illustrerar en översiktlig zonindelning för lämplig markanvändning intill transportleder för farligt gods där känslig bebyggelse bör placeras så långt som möjligt från transportleden. I skriften rekommenderas att risker från farligt gods bör beaktas inom 150 meter från farligt godsled. Om marken intill en transportled för farligt gods önskas användas på annat sätt bör riskerna förknippade med denna markanvändning studeras i detalj.

Figur 4 illustrerar den rekommenderade zonindelningen. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering.



Figur 4. Zonindelning för markanvändning intill transportled för farligt gods. Riskhantering i detaljplaneprocessen från Länsstyrelserna i Skånes län, Stockholms län och Västra Götalands län 2006.

2.2 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. Företräde ska ges åt sådan användning som från allmän synpunkt medför en god hushållning.

2.3 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.

2.4 Rekommendation från Trafikverket för järnväg

Som stöd i samhällsplanering kring järnvägar har Trafikverket tagit fram publikationen *Transportsystemet i samhällsplaneringen* (2013a) 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.

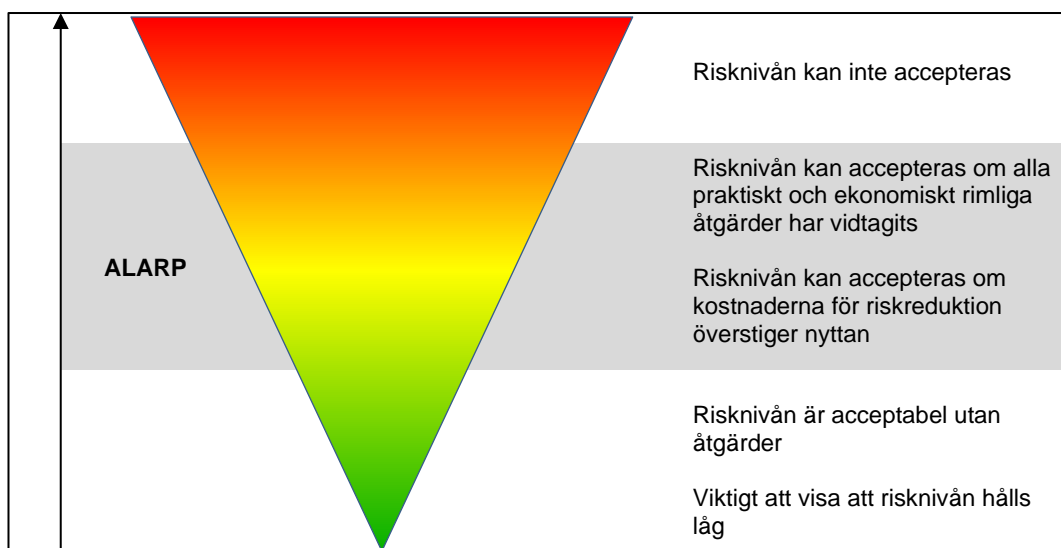
Rimlighetsprincipen: En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.

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.

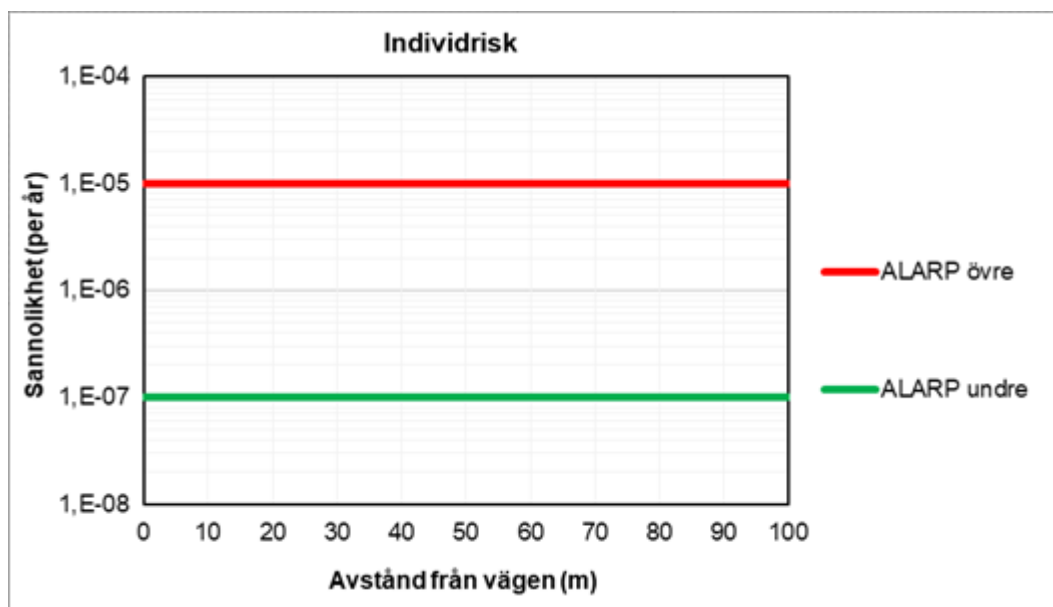
I rapporten presenteras även ALARP-konceptet (As Low As Reasonably Practicable), vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer (se Figur 5).



Figur 5. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

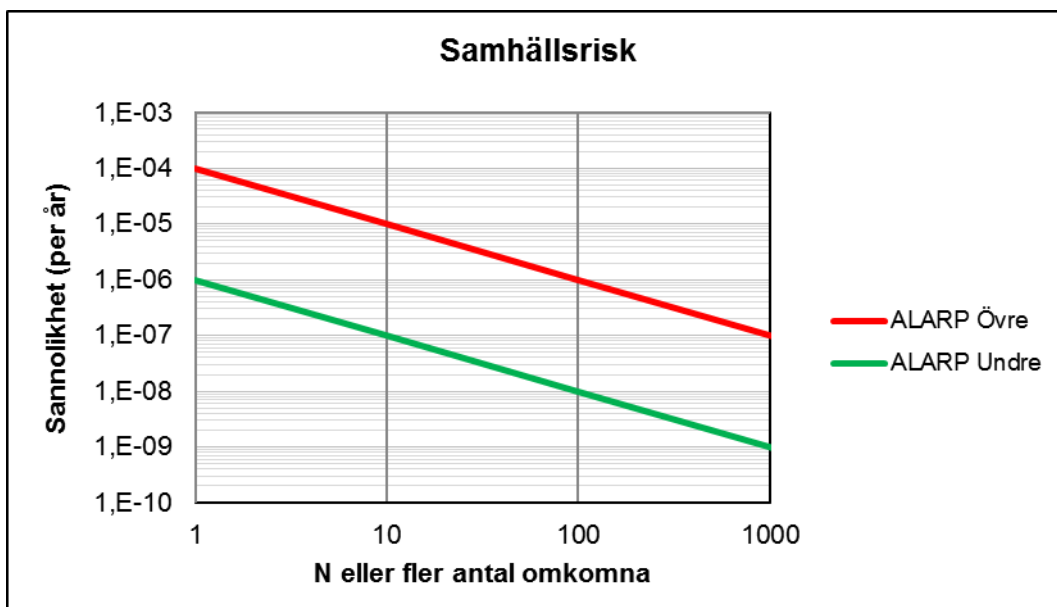
I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisik från farlig verksamhet och transporter. Dessa har kommit att bli de riskkriterier som regelmässigt används för att värdera risk i Sverige, även om de ursprungligen var tänkta som ett underlag för diskussion.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år, se Figur 6.



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

För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år. En lutning på linje för fler dödsfall föreslås vara -1. Sammantaget ger detta kriterier enligt Figur 7.



Figur 7. Förslag till kriterier för samhällsrisk (Räddningsverket, 1997).

3 Riskidentifiering

Denna riskutredning omfattar allvarliga olyckor som kan inträffa på järnväg och kan orsaka allvarlig skada eller dödsfall hos människor i planområdet. Följande kategori 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.

3.1 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-S³ och för väg ADR-S⁴. Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport, se huvudklasserna i Tabell 1.

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

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

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

³ MSBFS 2016:7, RID-S 2016. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

⁴ MSBFS 2016:8, ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg.

Även transport av farligt gods på järnväg ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på vagnar och behållare. Utformningen av dessa 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 tankar och behållare 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.

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.

3.2 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 8 visar ett foto från en olycka i New York, och illustrerar en ovanlig urspårning med stora sidoavvikelser

12(31)

RAPPORT
2020-08-10
VERSION 1
ALINGSÅS VERKSAMHETSOMRÅDE NORR



Figur 8. Urspårning av ett passagerartåg i New York 2013. Källa: Wikimedia Commons.

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 relativt stor osäkerhet. Det har dock inträffat allvarliga olyckor om perspektivet vidgas till hela världen, så det finns 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.

3.3 Transporter på Västra stambanan

Järnvägstrafiken på Västra stambanan är mycket tät med både persontåg och godståg. Enligt en prognos för 2040 väntas ungefär 46 godståg (ca 124 tåg totalt) passera på Västra stambanan dagligen (Trafikverket, 2020). Generellt och konservativt antas det att ca 3% av godstågen består av farligt gods. På järnvägssträckan förbi planområdet varierar tåghastigheten mellan 90 – 250 km/h beroende på tågtyp (Trafikverket, 2015). Enligt *Risk och sårbarhetsanalys Alingsås kommun 2015–2018* (Alingsås kommun, 2015) bedöms järnvägstrafiken på Västra stambanan som säker men inte helt fri från olyckor.

4 Risknivåer och riskvärdering

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

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

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

4.1 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:

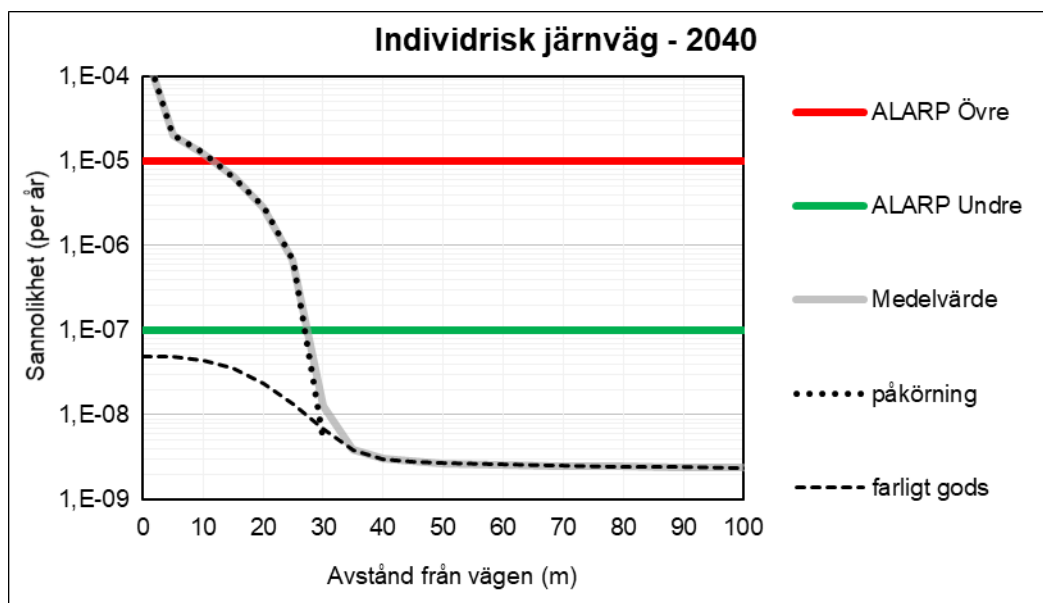
$$P_{olycka} \times P_{utsläpp|olycka} \times P_{scenario|utsläpp} \times P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$$

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.

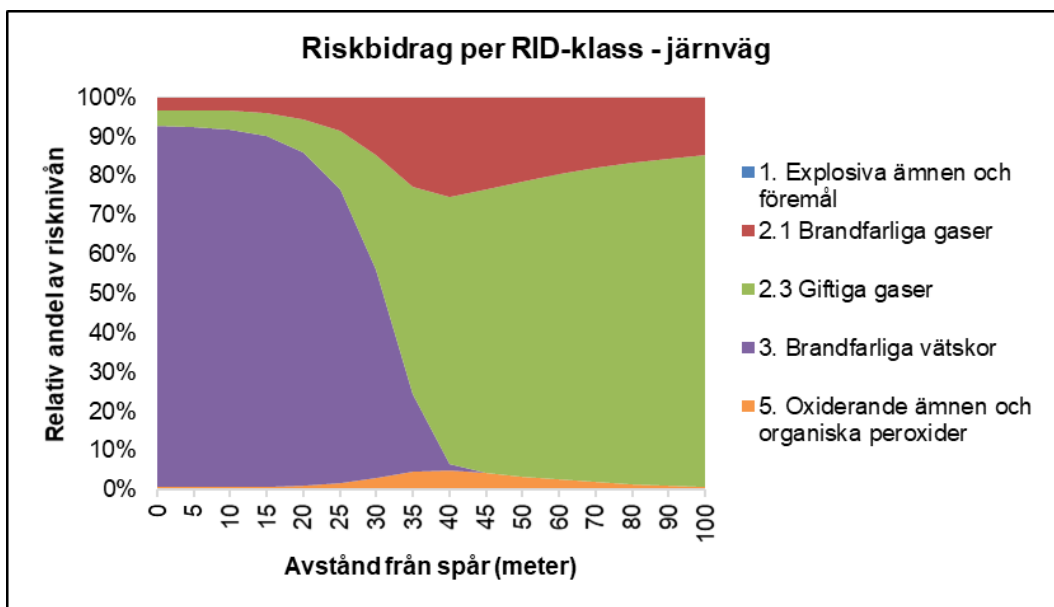
Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av Västra stambanan redovisas i Figur 9. Beräkningarna visar att individrisken är inom ALARP-området⁵ inom ca 30 meter från närmsta spårmit, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas. I Figur 10 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från järnvägen. Risknivån ligger över ALARP inom 10 meter från spårmit och är därför oacceptabel inom detta avstånd.

⁵As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.



Figur 9. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods och påkörning vid urspårning för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040 på Västra stambanan. Det kan utläsas i figuren att farligt gods utgör en mycket liten del av risknivån och i stället är det främst risken från urspårning som utgör en risk. Medelvärdeslinjen (grå) står för den sammanlagda risknivån från både påkörning och farligt gods.

I Figur 10 kan ses att inom cirka 25 meter från Västra stambanan utgörs riskbidraget främst av risken från brandfarliga vätskor och bortom det utgörs individrisken främst av risken från giftig gas.



Figur 10. Individriskbidrag per ADR-klass från farligt gods som transporteras på Västra stambanan fördelat på olika avstånd från vägen.

4.2 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.

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

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

En medelstor svensk tätort har en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 4 000 personer/km². I Alingsås tätort är befolkningstätheten som jämförelse ca 2000 personer/km². I Alingsås kommun bor drygt 41 000 personer och i Alingsås tätort nästan 28 000 personer. Som ett konservativt antagande används en persontäthet på 10 000 personer/km² utanför skyddsavstånden. Inom skyddsavstånden från järnvägen kommer dock persontätheten vara betydligt lägre och antas därför inte uppgå till fler än 200 personer/km².

Det är inte orimligt att tänka sig att en yta på 2 000 m² kan inrymma ett bostadshus med åtta våningar med 10 enrumslägenheter per våningar, vilket ger en befolkningstäthet på 40 000 personer/km² inom en enskild fastighet⁶. Denna persontäthet är dock inte relevant att använda vid beräkningar för samhällsrisk för norra Alingsås verksamhetsområde, eftersom det i genomsnitt över större områden finns relativt stora ytor som inte är bebyggda såsom gator, torg och grönområden. Därutöver bör hänsyn tas till att befolkningen i ett område varierar vid olika tider på dygnet.

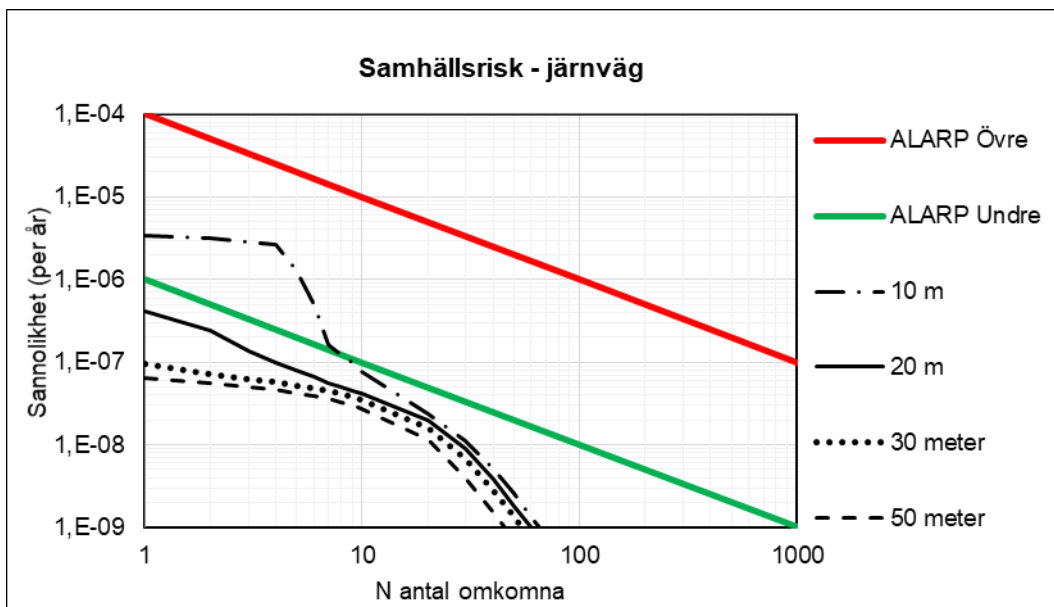
Beroende på hur marken används närmast riskkällan går det inte att utesluta att det befinner sig personer i detta område, men eftersom det inte bedöms vara beroende av planerad bebyggelse så antas persontätheten till 0 upp till det bebyggelsefria avståndet.

Oavsett bebyggelse typ ska samhällsrisk utmed en sträcka på 1 km förbi området understiga 10⁻⁵ per år för N = 1 och 10⁻⁷ per år för N = 100.

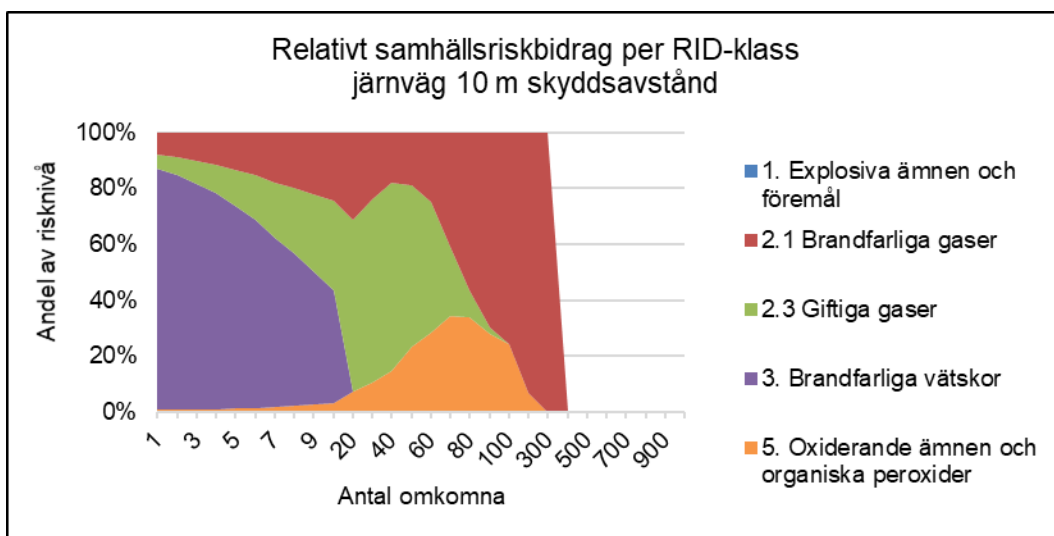
Samhällsrisk har beräknats för ett område inom 150 meter från järnvägen och resultatet presenteras i Figur 11. Det relativa samhällsriskbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 12 och Figur 13 på avståndet 10 respektive 30 meter från vägen.

Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisk för järnvägen ligger inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas.

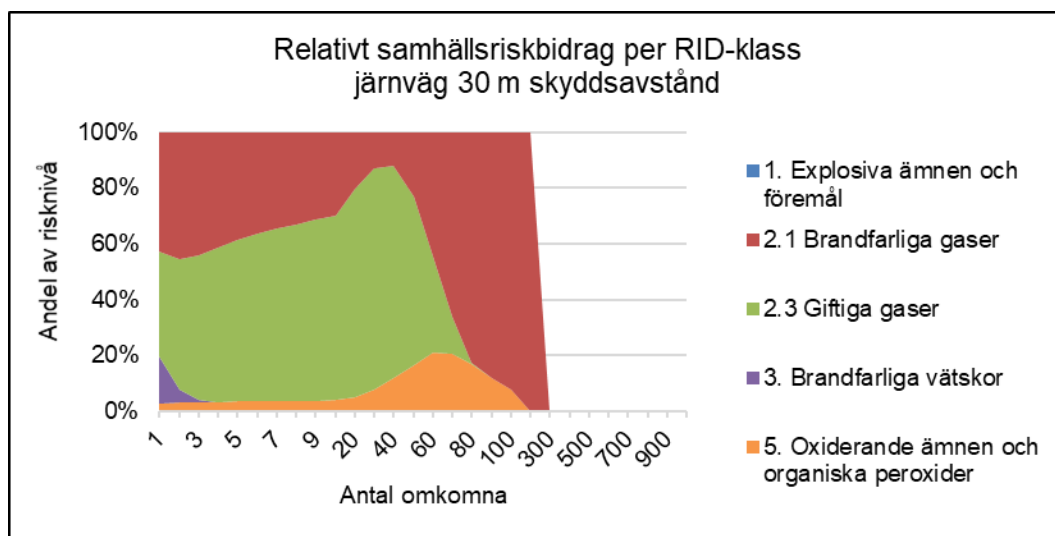
⁶ 10x8/0,002 km² =40 000



Figur 11. Beräknad samhällsrisk för Alingsås Norr med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) på olika skyddsavstånd från Västra stambanan för den trafikmängd som prognosticeras för år 2040.



Figur 12. Relativt samhällsriskbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) 10 meter från Västra stambanan. Observera att ADR-klass 1 utgör ett så litet bidrag att det inte syns i figuren.



Figur 13. Relativt samhällsrisksbidrag per ADR-klass vid olika antal omkomna med tät stadsbebyggelse (10 000 personer/km²) 30 meter från Västra stambanan. Observera att ADR-klass 1 utgör ett så litet bidrag att det inte syns i figuren

4.3 Diskussion kring beräknade risknivåer

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

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

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

4.4 Osäkerheter och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisken 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.

4.4.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

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

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

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

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. Fram till dess är förmodligen trafikmängden lägre, men efter år 2040 möjligen högre. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den högre trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar prognosår för sina vägar och det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden. Därutöver krävs det mycket stora förändringar i trafikmängd för att få betydande utslag risknivåerna. Ett grovt exempel är att det krävs en ökning av trafiken med 100 gånger för att risknivån ska ändras från acceptabel till oacceptabel, förutsatt att annat oförändrat.

Det 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

20(31)

RAPPORT
2020-08-10
VERSION 1
ALINGSÅS VERKSAMHETSOMRÅDE NORR

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.

4.4.2 Känslighetsanalys

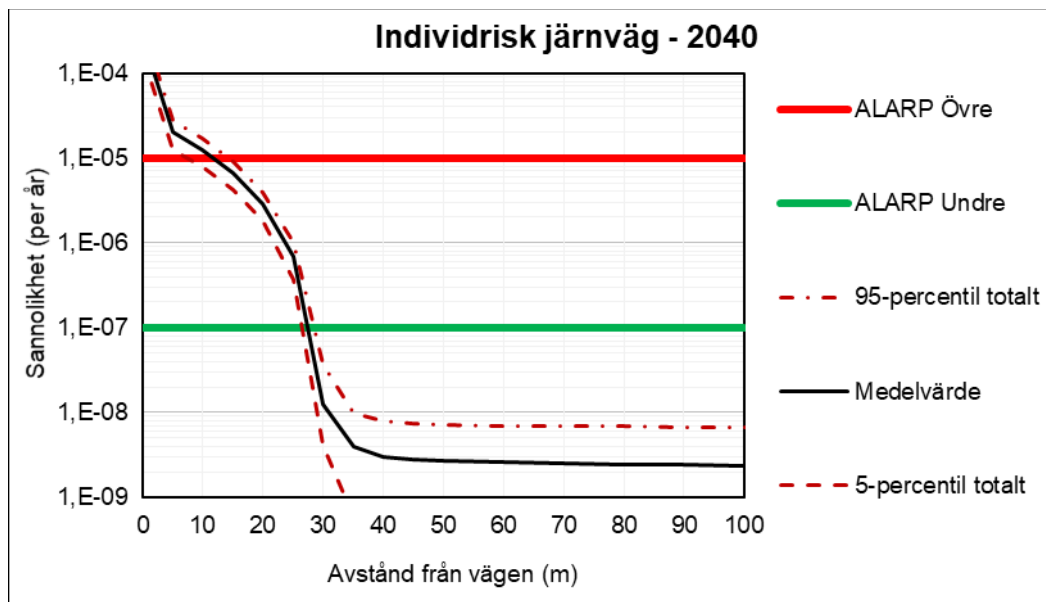
En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 5000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar känsligheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

I Figur 14 och Figur 15 presenteras individ- respektive samhällsrisken för järnvägen tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmått för 5 000 Monte Carlo-simuleringar. Även för 95-percentilen överstiger inte individrisknivån en oacceptabel nivå för "normalkänslig verksamhet", alltså bostäder. Samhällsrisken närmar sig den övre ALARP-gränsen men går inte över den utan befinner sig inom det område där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas.

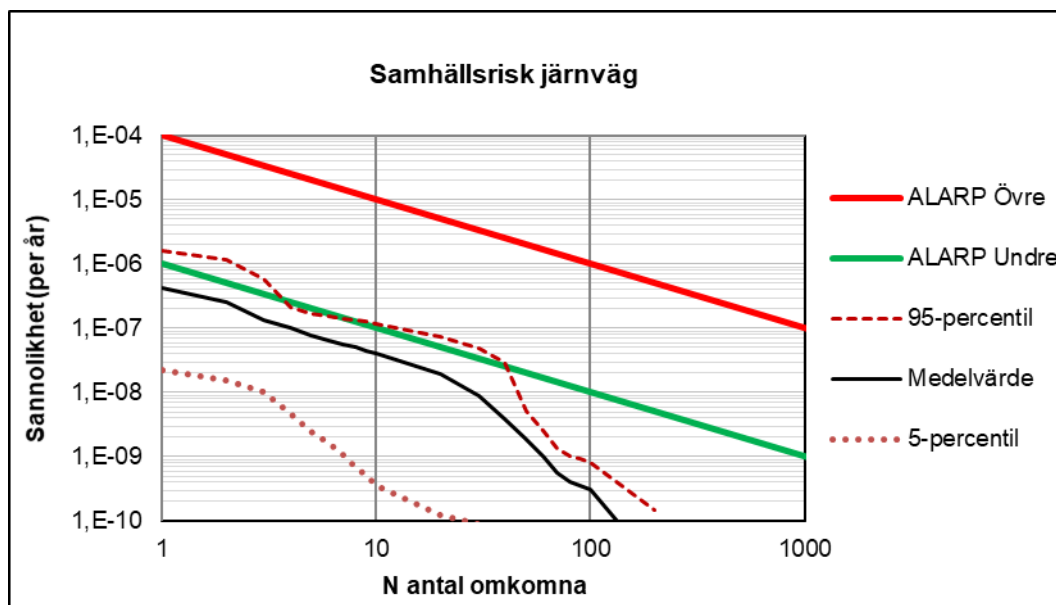
I Figur 16 illustreras att en fördubbling i trafikmängd eller persontäthet inte ger någon större ökning i samhällsrisk⁷. Det krävs alltså en mycket stor ökning (vilket inte bedöms vara rimligt) för att vi ska hamna på en oacceptabel risknivå (ovanför ALARP Övre). I Figur 17 syns att även individrisken ligger på en acceptabel nivå även med fördubblad trafikmängd. Fördubblad trafikmängd skulle innebära att ca 90 godståg samt 250

⁷ Vilket även innebär att en högre olycksfrekvens inte heller bör ge betydande högre risknivåer.

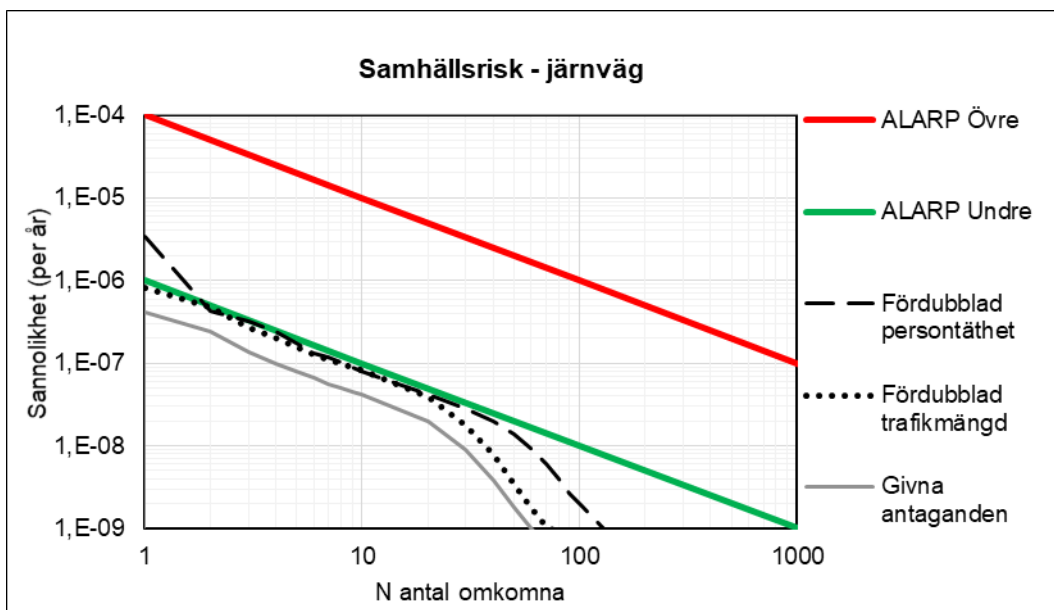
persontåg passerade området varje dag. Fördubblad persontäthet skulle innebära ca 400 personer/km² inom 20 m och 20 000 personer/km² bortom 20 meter från vägen.



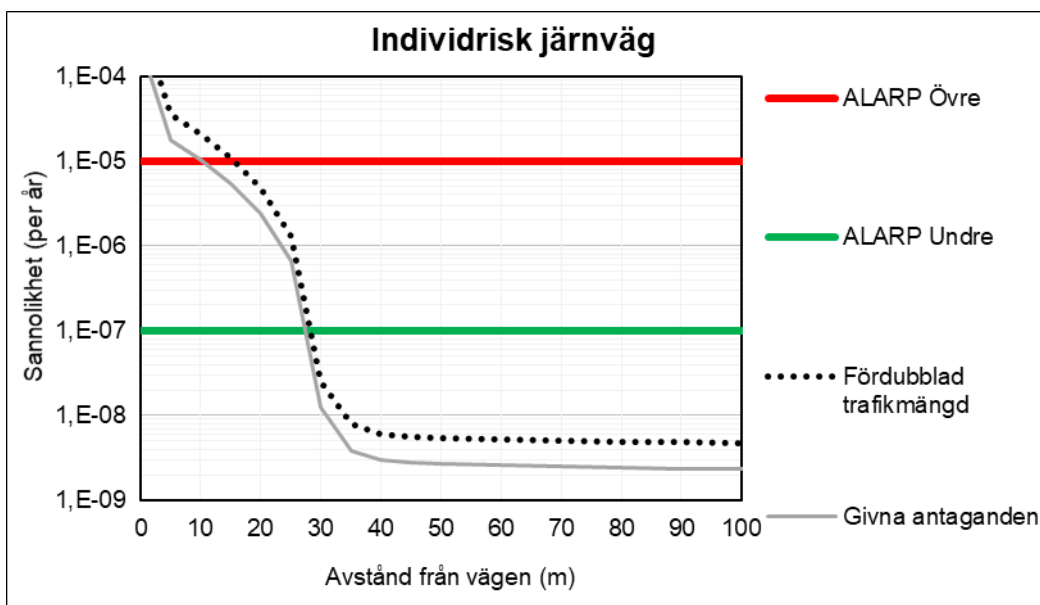
Figur 14. Beräknad individrisk med avseende på farligt gods på järnvägen i norra Alingsås. Området mellan de streckade linjerna representerar 90% av de 5 000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 15. Beräknad samhällsrisk för järnvägen i norra Alingsås. Området mellan de streckade linjerna representerar 90% av de 5 000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna. Skyddsavståndet som valts för beräkningen är 20 meter från närmaste järnvägsmitt.



Figur 16. Jämförelse fördubblad trafikmängd samt fördubblad persontäthet. Givna antaganden är 20 meter skyddsavstånd, ca 45 godståg, 125 persontåg, persontäthet 200 personer/km² inom samt 10 000 personer/km² bortom skyddsavståndet.



Figur 17. Jämförelse fördubblad trafikmängd. Persontätheten påverkar inte individrisken. Givna antaganden är ca 45 godståg, 125 persontåg.

5 Riskreducerande åtgärder

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

Enligt beräkningarna för individrisk och samhällsrisk hamnar risknivåerna inom det område (ALARP)⁸ där risken är acceptabel så länge alla tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder har genomförts.

Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 2.5, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Val av åtgärder bör anpassas till relevanta olycksscenarioer och platsspecifika förutsättningar. Exempel på möjliga åtgärder presenteras nedan i avsnitt 5.1.

5.1 Diskussion kring riskreducerande åtgärder

5.1.1 Räcke, vall, mur eller skärm

Beroende på lokala förhållanden (topografi, jordmån eller ytskikt) kan det vara viktigt att hålla urspårande tåg kvar på spårområdet eller strax intill spårområdet. Detta kan uppnås genom att använda räcken. Det krävs dock mycket starka räcken för att klara ett urspårande tåg. Detta bedöms oftast inte vara motiverat i normal stadsmiljö, men kan i vissa fall vara relevant att beakta. Ett räcke skulle dock möjligtvis kunna öka risken att tankar tar skada vid en urspårning.

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/m²) från 17 till 11 meter vid en mindre pölbrand (50 m²). För en större pölbrand (200 m²) är motsvarande siffror 23 till 20 meter.

Vid mindre bränder blir alltså effekten relativt stor, men effekten avtar ju högre flamhöjden blir. Det är visserligen mer sannolikt med mindre utsläpp, men en 4 meter hög konstruktion är orimligt dyrt i förhållande till den riskreducerande effekten. Att tillse att

⁸ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

fasaden utförs i icke-brännbart material bedöms i de flesta fall ge ett mer kostnadseffektivt skydd, se avsnitt 5.1.2.

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

5.1.2 Icke-brännbar eller brandklassad fasad

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

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

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

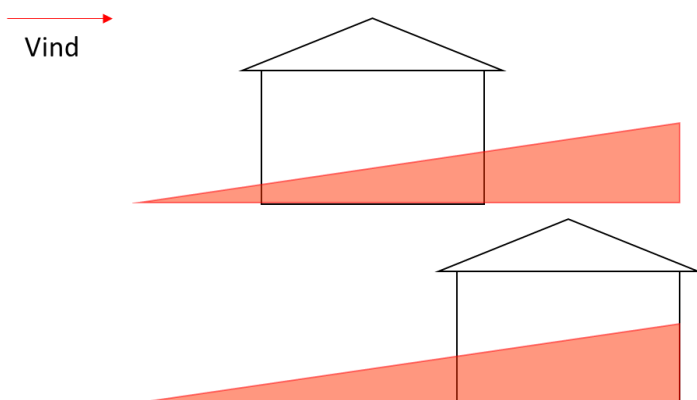
Det bedöms vara rimligt att ställa högre krav på en fastighet i fler än två plan och där det kan finnas personer med försämrade möjligheter att utrymma själva. Rör det sig om exempelvis äldreboende eller skola bör brandklass EI60 övervägas.

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

5.1.3 Ventilationsåtgärder

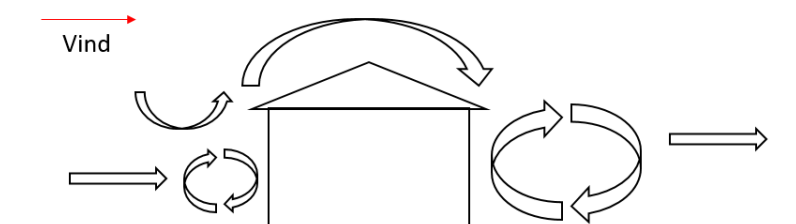
Friskluftsintagen på bebyggelse bör placeras på en fasad som vetter bort från järnvägen, alternativt på tak. Syftet med åtgärden är att minska den mängd brandfarlig och giftig gas samt rökgaser som kan komma in i byggnaden vid en olycka med farligt gods. Placeringen kan öka kostnaderna för ventilation.

De 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 18 (Thomasson, 2017). Betydelsen av att placera ventilationsintag högt är större ju närmare riskkällan intaget ligger, på längre avstånd har gasmolnet fått en större utbredning i höjled, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

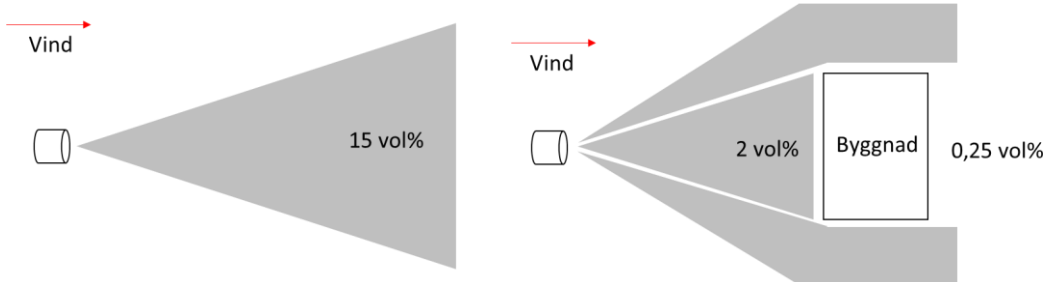


Figur 18. Utsläpp av kylt ammoniakgas sprids inledningsvis längs marken som en tung gas, men stiger ju mer den värms upp av omgivningen. Att placera friskluftsintag högt ger mer effekt ju närmre utsläppet byggnaden ligger.

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



Figur 19. Bilden illustrerar luftens strömning runt en byggnad (FOA , 1998).



Figur 20. Gasspridning med vinden kring en byggnad. Figuren baserad på vindtunnelexperiment utförda av Krogstad och Pettersen (1986).

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

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

5.1.4 Disposition av byggnad

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

5.1.5 Förstärkning av stomme/fasad

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

5.1.6 Laminerat glas

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

6 Slutsats och rekommendationer

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

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

Avståndet ska mätas från spårmit, alternativt släntfot om järnvägen går på bank. Skyddsavstånden från Västra Stambanan illustreras i Figur 21.

En grundförutsättning som ska säkerställas vid planering med de avstånd som anges i Tabell 2 i kommande avsnitt, är att vätska inte ska kunna rinna från transportleden mot planområdet.

För ny bebyggelse ska följande riskreducerande åtgärder genomföras (med avseende på bland annat rimlighetsprincipen beskrivet i avsnitt 2.5):

- a) Friskluftsintag placeras på tak eller på fasad som inte vetter mot Västra stambanan i norra Alingsås.
- b) Huvudentré placeras bort från Västra stambanan i norra Alingsås.
- c) Fasad som vetter mot Västra stambanan i norra Alingsås ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt i brandteknisk klass EI30.
- d) Det ska vara möjligt att utrymma bort från riskkällan (Västra stambanan) i norra Alingsås.

För befintlig bebyggelse krävs inga riskreducerande åtgärder. Detta då det generellt accepteras en högre risknivå för befintlig bebyggelse. Om risknivån hade bedömts vara oacceptabelt hög hade det varit motiverat med riskreducerande åtgärder.

Tabell 2. Skyddsavstånd och åtgärder för olika markanvändning för aktuellt område i norra Alingsås.

	Verksamhetstyp	< 30 m	30-70 m	70-150 m
Normalkänslig	<i>Bostäder, hotell, persontäta kontor och handel (många personer på liten yta).</i>	Rekommenderas ej	Acceptabelt med åtgärd a och d	Acceptabelt med åtgärd a och d
Mindre känslig	<i>Industri, lager och kontor med lägre persontäthet. Mindre handelsverksamhet där enstaka personer vistas.</i>	Acceptabelt med åtgärd a, b och c fram till 10 m från närmsta spårmit. Trafikverket kan dock anse att 30 meter ska hållas till järnvägen till följd av andra orsaker än farligt gods ⁹ .	Acceptabelt med åtgärd a och d	Inga åtgärder krävs
Ej känslig	<i>Tekniska anläggningar, ytparkering och trafik.</i>	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs	Inga åtgärder krävs

⁹ Det finns även en risk att buller och vibrationer eller skyddsavstånd till elledningar påverkar möjligheten att anlägga byggnader så pass nära järnvägen



Figur 21. Skyddsavstånd från Västra Stambanan inom aktuellt planområde.

30(31)

RAPPORT
2020-08-10
VERSION 1
ALINGSÅS VERKSAMHETSOMRÅDE NORR

7 Referenser

- Alingsås kommun. (2008). *FÖP staden Alingsås, Förutsättningar och utgångspunkter, Fördjupning av översiktsplanen för Alingsås kommun – Staden*. Alingsås.
- Alingsås kommun. (2015). *Risk och sårbarhetsanalys Alingsås kommun 2015-2018*. Alingsås.
- FOA . (1998). *Hur farlig är en ishall?*
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket.
- Krogstad, P., & Pettersen, R. (1986). *Windtunnel modelling of a release of a heavy gas near a building*. *Atmospheric Environment*, Vol. 20, No. 5, pp. 867-878.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning*.
- Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplanprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Sprängämnesinspektionen. (2000). *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor med ändringar i SÄIFS 2000:5*.
- Thomasson. (2017). *Riskreducerande åtgärder Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Examensarbete vid Lunds tekniska högskola.
- Trafikverket. (2010). *E4 Förbifart Stockholm*.
- Trafikverket. (2013a). *Transportsystemet i samhällsplaneringen*.
- Trafikverket. (2015). *NJDB på webb*. Hämtat från Trafikverket:
<https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket>
- Trafikverket. (2020). *Trafikuppgifter prognos 2040 t20*.

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

A1 Inledning

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

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

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

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

A1.1 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

A1.1.1 Explosiva ämnen (ADR/RID 1)

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

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

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR/RID-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999).

Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador, samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

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

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

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

På järnväg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 25 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hänsyn har tagits till detta vid uppskattning av fördelning för konsekvensavstånden.

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

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

A1.1.2 Tryckkondenserade gaser (ADR/RID 2)

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

Brandfarliga gaser (ADR/RID 2.1)

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

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

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

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

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

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

Giftiga gaser (ADR/RID 2.3)

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

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

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

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. På järnväg kan transporteras upp till ca 65 ton per vagn. I denna utredning har klor antagits utgöra 100 % av den transporterade mängden på järnväg, vilket är extremt konservativt. Statistik över vilka gaser som transporteras under klass RID 2 finns inte tillgänglig, men efter att Akso Nobel lade ner sin tillverkning av klor i Bohus och Skoghall 2005 respektive 2011 bedöms transporter med klor vara försvinnande få. Klor tillverkas fortfarande i

Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

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

A1.1.3 Brandfarliga vätskor (ADR/RID 3)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods i Sverige visar att de ingenjörsmässiga bedömningarna avseende explosion eller brand med klass RID/ADR 5.1 och 5.2 skiljer sig relativt mycket. Det intervall för sannolikheter bedöms dock vara tillräckligt konservativa.

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

A1.2 Frekvensberäkningar för järnväg

A1.2.1 Urspårning

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

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

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

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

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

Enligt UIC är också risken för urspårning i stationsområden med växlar 10 gånger större än på rakspår och kurvspår i övrigt. Andersson (2014) uppskattar att stationsområden utgör ca 15 % av den totala linjelängden i Sverige vilket efter beräkning ger följande urspårningssannolikheter för godståg:

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

För beräkningarna i Norra Alingsås har urspårningsfaktorn för rakspår utan växlar använts.

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	46	40-50
Antal persontåg	124	120-130
Antal dygn med trafikering per år	365	365
Antal vagnar per tåg	ca 40	32,5-46,9
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-9}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg för norra Alingsås (på 1 km) blir då

$46 \times 365 \times 8,5 \times 10^{-8} \approx 1,43 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 700 år.

Som jämförelse har även beräkningar genomförts med Banverkets modell från 2001 vilket resulterar i en urspårningsfrekvens för sträckan på ca $7,2 \times 10^{-4}$ per år (eller ca en urspårning på 1400 år). I Banverkets modell beror ca 50 % av urspårningarna på vagnfel. Ett argument för att inte använda den modellen för att uppskatta urspårningsfrekvens inom ett visst område är att vagnfelen i många fall inte leder till 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 är lika tydligt i Banverkets modell från 2001.

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

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

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

Beräkning med ovanstående parametrar ger att frekvensen för olycka med farligt gods ska ske på 1 km av järnvägen norr om Alingsås $1,41 \times 10^{-4}$ per år, vilket motsvarar ca en olycka på 7 000 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

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

	Västra Stambanan Norra Alingsås
ADR 1 – Explosiva ämnen	~ 0
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$1,16 \times 10^{-7}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$3,86 \times 10^{-8}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$5,05 \times 10^{-6}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$7,59 \times 10^{-6}$

A1.2.2 Utsläpp vid urspårning

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

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

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

A1.2.3 Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg

Nedan redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive RID-klass (Tabell A-3). Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på

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

Tabell A-3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av järnvägen norr om Alingsås.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,01	0,3	1	0
2.1	Jetflamma	10	20	30	$2,3 \times 10^{-8}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$5,3 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$3,1 \times 10^{-10}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$3,9 \times 10^{-8}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$8,4 \times 10^{-8}$
	Pölbrand	10	20	30	$1,0 \times 10^{-6}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	$3,6 \times 10^{-9}$
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$2,4 \times 10^{-9}$

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

A2 Referenser

Referenser

- Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré*.
- Barkan et al. (2003). *Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk*.
- Brandskyddslaget. (2015). *Risikanalyt Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Risikbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013*.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone*.
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.
- Sweco. (2016). *Risikutredning Riddersvik studentbostäder*.
- Thomasson, M. (2017). *Risikreducerande åtgärder: Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- WSP. (2014). *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg - Yllestad 1:21 m.fl. Kättilstorp*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad*.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B1 Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

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

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

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

B1.1 Typ av utbredning

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

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

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

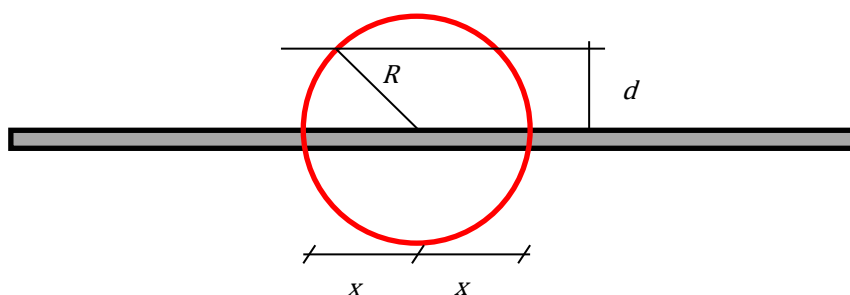
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

B1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

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

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

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

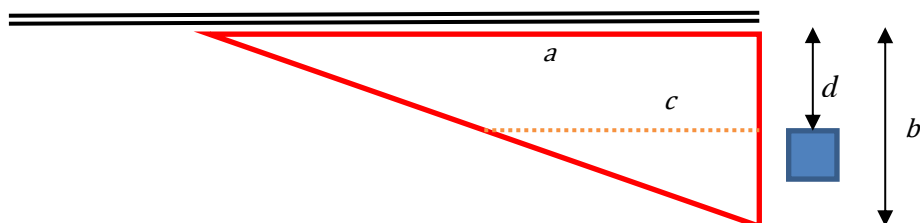


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

B1.3 Riskberäkning för urspårning

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

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



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

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

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

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

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

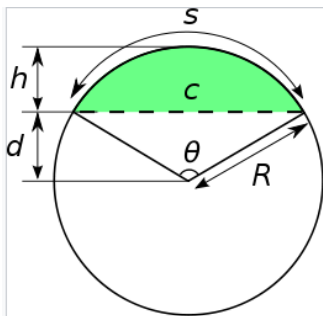
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

B1.4 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsrisken beräknas som en summa av de areor som kan påverkas vid en olycka multiplicerat med sannolikheten per år (uppskattad frekvens) för påverkan för respektive area, detta multipliceras slutligen med befolkningstätheten som antas variera med avståndet från transportleden enligt kapitel B1.5.

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

Eftersom scenarierna med farligt gods har någon typ av cirkulär utbredning beräknas areorna på olika avstånd från transportleden som segment av en cirkel (se Figur B-3).



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

B1.5 Persontäthet

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

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

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

¹ Källa till Holländska riktlinjer.

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

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Järnväg Persontäthet per km ²
0-skyddsavstånd	100 %	0 %	100 %	0 %	200
Bortom skyddsavstånd	5 %	95 %	1 %	99 %	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	Fördelning	Sannolikhet att omkomma inomhus* (%)		
		Min	Troligt	Max
ADR/RID 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 2.1 – BLEVE	Pertfördelning	5	10	15
ADR/RID 2.3 – Giftigt gasmoln	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 3 – Gasmolnsbrand ADR/RID 3 – Pölbrand	Pertfördelning	25	50	75
ADR/RID 5 – Brand ADR/RID 5 – Explosion	Pertfördelning	25	50	75

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

B2 Sammanställning över konsekvensavstånd

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

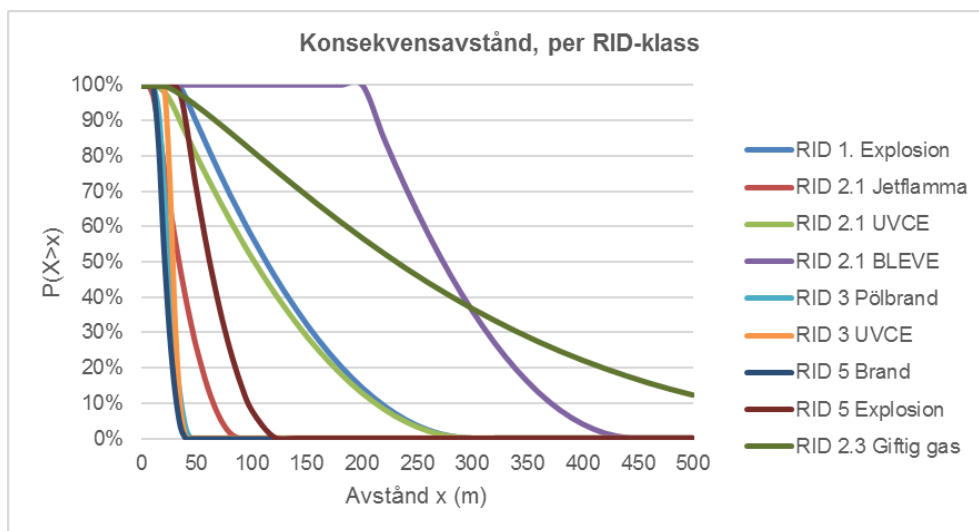
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (för järnväg se Tabell B-4, för väg se Tabell B-5). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

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

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

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

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



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

B3 Förväntat antal omkomna per scenario

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

Tabell B-6. Sammanställning över beräknat antal omkomna för varje scenario på järnvägen i norra Alingsås.

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde)			
		Bebyggelsefritt			
		10 meter	20 meter	30 meter	50 meter
1	Explosion, raserade byggnader	96	79	63	34
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	4	4	4	3
2.1	BLEVE	148	138	129	110
	Jetflamma	7	3	1	0
	Gasmolnexplosion - och brand	4	3	3	1
2.3	Giftigt gasmoln	19	18	17	14
3	Pölbrand	2	0	0	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0	0	0	0
5	Explosion	34	24	15	2
	Brand	2	0	0	0

B4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

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

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

ADR/RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. av två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en

händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.

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

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

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

ADR/RID-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

B5 Referenser

Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risicanalys Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.*
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder.*
- VROM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment.*
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun.*
- VTI. (1994). *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods.*
- VTI rapport Nr 3 387:4. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg.*
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*

Skyddsavstånd från Västra Stambanan, Alingsås norra



0 125 250 500 Meters

Teckenförklaring

-  Skyddsavstånd 10 meter
-  Skyddsavstånd 30 meter
-  Skyddsavstånd 70 meter
-  Skyddsavstånd 150 meter