
RAPPORT

ORGELN FASTIGHETS AB

Riskutredning Orgeln

UPPDRAGSNUMMER 13012388

RISKUTREDNING MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS PÅ GODSSTRÅKET GENOM BERGSLAGEN, FÖR ETABLERING AV HOTELL OCH KONTOR - DETALJPLAN KVARTERET ORGELN I ÖREBRO



VERSION 1

2020-11-20

Sweco Environment AB

RISKHANTERING & BESLUTSSTÖD

**Uppdragledare: Jennifer Wolsing
Handläggare: Jens Paulsson och Jennifer Wolsing
Granskare och specialist risk: Johan Nimmermark
Granskare och specialist brand: Markus Glenting**

Sammanfattning

Orgeln AB planerar att utveckla området på fastighet Orgeln 3 och 11 i Örebro kommun. Syftet med detaljplanen är att pröva lämpligheten att etablera hotell och kontor i upp till 10 våningar.

Uppdraget med denna rapport är att ta fram en riskbedömning med avseende på urspårning samt transporter av farligt gods på järnvägen Godsstråket genom Bergslagen förbi området. Syftet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan.

Målet är att acceptabel risknivå ska nås genom att föreslå eventuella riskreducerande åtgärder för att möjliggöra planerad bebyggelse. Beräkningar av individrisk och samhällsrisk används tillsammans med erfarenhet från tidigare riskutredningar samt rekommendationer och krav från myndigheter för att uppnå en god miljö i planen sett till olyckor på järnvägen.

I *Riskhantering i detaljprocessen* (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006) beskrivs att Hotell tillhör kategori C, alltså den känsligaste markanvändningen, som bör placeras så långt som möjligt från transportleden. Aktuellt planområde ligger bortom 30 meter och planerad byggnad på ca 36 meter från närmaste spår. Stockholms läns riktlinjer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) anger att kontor och tillfällig vistelse bör placeras bortom 50 meter från järnväg med transporter av farligt gods.

Enligt rimlighetsprincipen (avsnitt 2.4) ska risker, som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras, alltid åtgärdas oavsett risknivå. Detta innebär alltså att även om risknivån bedöms vara låg kan det vara motiverat med åtgärder.

Beräknad individrisknivå visar på att en acceptabel risknivå uppnås bortom ca 30-35 meter från järnväg, utan åtgärder. Samhällsrisken ligger inom ALARP vilket innebär att riskreducerande åtgärder som är ekonomiskt och praktiskt rimliga ska vidtas. Om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas bedöms alltså risknivån vara acceptabel även om den ligger inom ALARP.

För aktuell detaljplan gäller att riskreducerande åtgärder ska ställas mot de kostnader de innebär samt genomförbarheten. Med hänsyn till det korta avståndet mellan riskkällan och hotellet, en känslig verksamhet, är det enligt Länsstyrelsen i Stockholm i större grad viktigt att beakta möjliga konsekvenser än om det haft ett längre skyddavstånd.

De åtgärder som bedömts vara rimliga att reglera i planbestämmelserna är ventilationsåtgärder samt åtgärder för utrymning och entréer, se avsnitt 7.

I markplan bör inte utomhusverksamhet (t.ex. servering och caféverksamhet) placeras mot järnvägen.

Eventuella krav på räddningsväg och brandvattenförsörjning kan behöva regleras i planbestämmelserna om detta inte är säkerställt på annat sätt.

De riskreducerande åtgärderna för fasad som kommer hanteras i bygglovsprocessen samt ovan beskrivna åtgärder bedöms ge tillräckligt skydd för att föreslagen etablering ska vara möjlig att genomföra med avseende på risken från farligt gods på järnvägen och urspårning.

Innehållsförteckning

1	Introduktion	3
1.1	Syfte och mål	3
1.2	Metod och avgränsningar	3
1.1	Riskdefinition	5
2	Styrande och vägledande dokument	6
2.1	Plan- och bygglagen	6
2.1.1	Boverkets byggregler (BBR)	6
2.2	Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm	7
2.3	Länsstyrelsen i Stockholm – Farligt gods	7
2.4	Värdering av risk	9
3	Riskidentifiering	12
3.1	Omgivningsbeskrivning	12
3.2	Trafik järnväg	14
4	Risikanalys och risknivåer	15
4.1	Individrisk	15
4.2	Samhällsrisk	18
4.3	Urspårningsrisk	19
4.4	Osäkerheter och känslighetsanalys	22
4.4.1	Diskussion kring persontäthet	22
4.4.2	Förenklingar, antaganden och avgränsningar	23
4.4.3	Känslighetsanalys	24
5	Risikvärdering	29
6	Riskreducerande åtgärder	30
6.1	Brandskydd i byggnad enligt BBR	30
6.2	Placering av utrymningsvägar	31
6.3	Brandklassad fasad	31
6.4	Ventilationsåtgärder	32
6.5	Vall, mur eller skärm	32
6.6	Ej uppmuntra till stadigvarande vistelse	33
7	Slutsats och rekommenderade riskreducerande åtgärder	34

Referenser

35

Bilagor

2(35)

RAPPORT
2020-11-20
VERSION 1
RISKUTREDNING ORGELN

1 Introduktion

Orgeln AB planerar att utveckla området på fastighet Orgeln 3 och 11 i Örebro kommun. Syftet med detaljplanen är att pröva lämpligheten att etablera hotell och kontor i upp till 10 våningar.

Längs med området, passerar en järnväg som benämns *Godsstråket genom Bergslagen*. Sweco har fått i uppdrag att utreda riskerna med avseende på järnvägen intill planområdet och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder.

1.1 Syfte och mål

Uppdraget är att ta fram en riskbedömning med avseende på urspårning samt transporter av farligt gods på järnvägen förbi området. Syftet med riskbedömningen är att utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan från järnvägen.

Målet är att acceptabel risknivå ska nås genom att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder för att möjliggöra planerad bebyggelse.

1.2 Metod och avgränsningar

Riskutredningen har genomförts i följande steg:

- Beskrivning av förhållanden avseende antal tåg och transporter med farligt gods på järnväg.
- Individrisk beräknas för den trafikmängd som förväntas¹ år 2040 för järnvägen. 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 (se avsnitt 2.4) och därefter föreslås lämpliga riskreducerande åtgärder.

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods och olika händelseförlopp vid en olycka genomförs. Frekvensberäkningarna beskriver bland annat hur ofta en urspårning med farligt gods förväntas inträffa.

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i åtskilliga riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige, däribland Sweco, med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat modeller för att beräkna risknivåer. I dessa utredningar har konsekvensavstånd beräknats. Genom att använda konsekvensavstånd för liknande scenarier från olika riskutredningar har Sweco utarbetat en modell där

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 det ändras från år till år. En känslighetsanalys genomförs och diskussion sker kring rimliga åtgärder beroende på tänkbara scenarier och konsekvenser oavsett ämne som transporteras.

hänsyn tas till olika metoder att genomföra 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 för ingående värden 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 osäkerheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet. Spridningen illustreras i kapitel om osäkerheter, avsnitt 4.3.

Trafikverket lämnar inte ut statistik över vilka mängder och ämnen som transporteras på järnvägar i Sverige med hänsyn till rikets säkerhet. Därför används statistik över en generell fördelningen av transporter av farligt gods på järnväg i Sverige för dessa beräkningar.

I Swecos modell för beräkning av samhällsrisk beräknas risken för en sträcka på 1 kilometer och för bebyggelse på båda sidor om transportleden. Detta för att kunna bedöma samhällsrisk med samma mått oavsett hur stort planområdet är. Detta innebär att förändringar längs med aktuell sträcka inte bör påverka den risknivå som räknas fram i betydande grad förutsatt att ytterligare förändringar är i liknande storleksordning som i denna riskutredning.

De framräknade frekvenserna för olyckor och konsekvensavstånd har använts för att beräkna individrisk och samhällsrisk i en Excel-baserad beräkningsmodell med programvaran @Risk.

Diskussion förs sedan över vilka åtgärder som är rimliga att genomföra utifrån beräkningar och expertbedömning samt med stöd i principerna och kriterierna i rapporten *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997), se avsnitt 2.4.

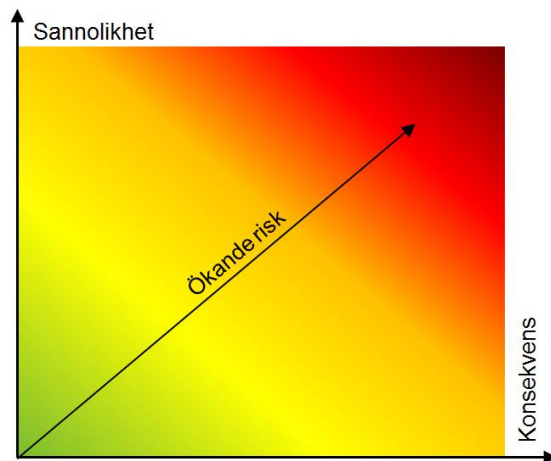
Riskutredningen utreder endast de risker som är kopplade till olyckor som härrör från transporter av farligt gods på järnvägen och de ämnen som ger en direkt skada på personer som befinner sig i närheten samt urspåringsolyckor. Det kan finnas andra förhållanden som kan begränsa etableringen som till exempel buller eller översvämningsrisker, men detta omfattas inte i denna utredning. Observera att det finns omfattande regelverk gällande brandskydd som hanteras i senare skede i samband med bygglovsansökan, se Boverkets byggregler. Detta sammanfattas kort i avsnitt 2.1.1 för stöd i fortsatt arbete med avsedd etablering.

1.1 Riskdefinition

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

I rapporten används begreppet individrisk som beskriver sannolikheten per år för att dödlig skada ska uppstå på olika avstånd från riskkällan (oavsett om det befinner sig någon eller ej i närheten av riskkällan).

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



Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

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

2.1.1 Boverkets byggregler (BBR)

Boverket är föreskrivande myndighet avseende regler för teknisk utformning av byggnadsverk. Föreskrifter och allmänna råd redovisas i Boverkets byggregler (BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4) som brukar förkortas BBR.

I BBR ges regler avseende skydd mot brand ett relativt stort utrymme. Efterlevnaden av dessa regler kontrolleras i bygglovsprocessen. I bygglovsskedet ska kontroller göras så att eventuella riskreducerande åtgärder som reglerats i de juridiskt bindande planbestämmelserna uppfylls.

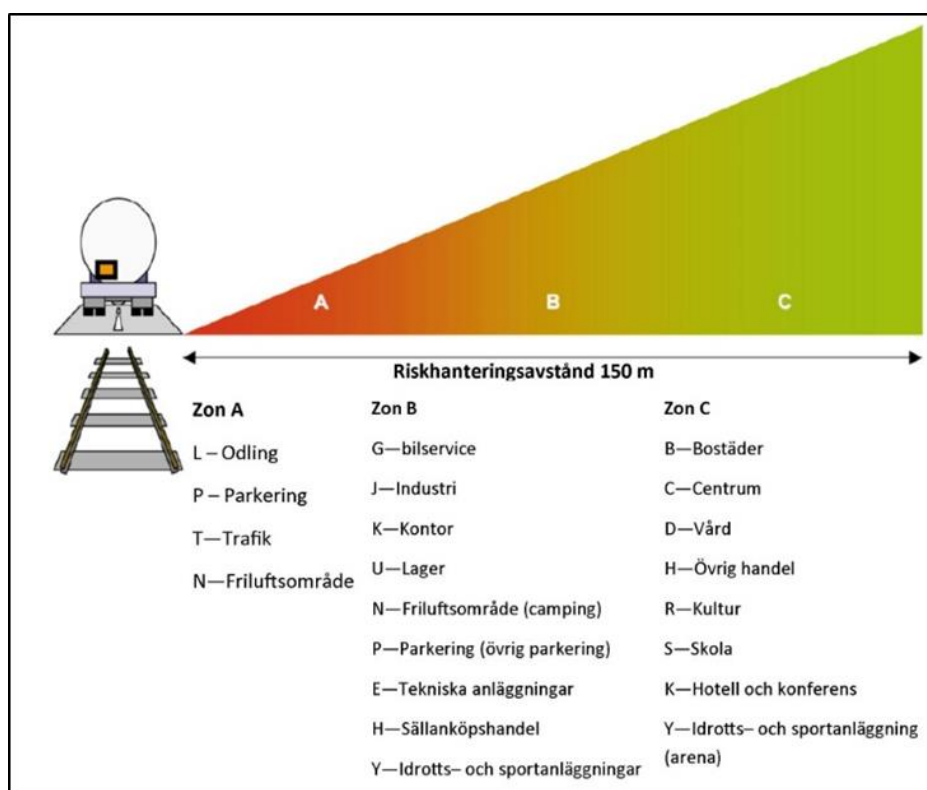
Då BBR i sig reglerar skydd mot brand kan det i vissa fall vara så att riskreducerande åtgärder som redovisats som planbestämmelser sedan även behöver hanteras i den kommande bygglovsprocessen, t. ex. avseende fasadmaterial och disponering av aktuellt byggnadsverk. Detta innebär att det finns risk för dubbelreglering men även att byggnadsverket i sig redan kommer att ha en viss skyddsnivå.

Det finns två metoder att verifiera att det byggnadstekniska brandskyddet uppfyller kraven, *Förenklad dimensionering* och *Analytisk dimensionering*. *Förenklad dimensionering* innebär att brandskyddet uppfyller generella krav medan *Analytisk dimensionering* innebär att platsspecifika förutsättningar utreds i detalj och anpassade lösningar leder till att kraven uppfylls.

2.2 Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm

Riskhantering i detaljplaneprocessen (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006) är 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 2 illustrerar den rekommenderade zonindelningen. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering.



Figur 2. Zonindelning för markanvändning intill transportled för farligt gods. Riskhantering i detaljplaneprocessen från Länsstyrelserna i Skånes län, Stockholms län och Västra Götalands län 2006.

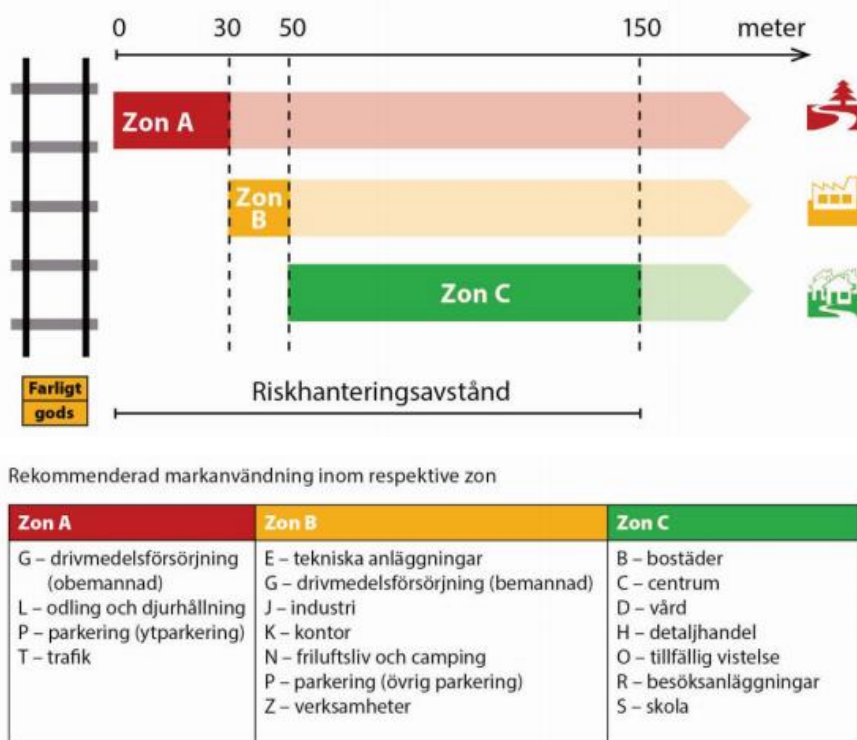
2.3 Länsstyrelsen i Stockholm – Farligt gods

Det finns inga lokala riktlinjer för Örebro eller Örebro län därför används istället riktlinjer för Stockholms län. På grund av den höga befolkningstätheten och tillväxttakten i Örebro

samt att staden är den sjätte största i Sverige bedöms det vara rimligt att utgå från Stockholms läns riktlinjer för farligt gods.

I Örebro kommun bor ca 150 000 invånare (Örebro kommun, 2020) och under 2022 beräknas detta ha ökat till över 160 000 invånare.

I *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) beskrivs Stockholms län som det län som växer mest och snabbast i Sverige vilket innebär att områden behöver förtätas vilket ställer krav på samsyn kring riskfrågor. Riktlinjerna ger, till skillnad från *Riskhantering i detaljplaneprocessen* (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006), fasta gränser över rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning. Hotell (O- tillfällig vistelse³) går då under markanvändning "Zon C" och rekommenderas placeras bortom 50 meter från järnväg med avseende på farligt gods. Kontor kan däremot placeras bortom 30 meter från spår enligt Stockholms läns riktlinjer, se Figur 3. Aktuellt område och föreslagen byggnad ligger omkring 35 meter från närmaste spår.



Figur 3. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning. Avstånden mäts från närmaste spårmitt.

I riktlinjerna beskrivs även individ och samhällsrisik som stöd vid riskanalyser för farligt gods. Det beskrivs att det i områden med hög exploateringsgrad eller personintensiva

³ Exempel är hotell, vandrarhem, camping och även tillfälliga anläggningsboenden

verksamheter är extra viktigt att ta hänsyn till samhällsriskerna då det visar hur många personer som kan antas omkomma vid olika tänkbara olycksscenarioer. Syftet med att undersöka individrisken är att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Länsstyrelsen i Stockholm beskriver i skriften att det är lämpligt att jämföra framräknad individ- och samhällsrisk med de förslag på acceptanskriterier som presenteras i Räddningsverkets rapport *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997). Detta då dessa har blivit vedertagna under senare år och då det för tillfället saknas bättre underlag.

Länsstyrelsen i Stockholm anger även att beräkning av samhällsrisk ska beräknas för en väg- respektive järnvägssträcka på en kilometer. Vid bedömning av olyckskonsekvenser ska även omkringliggande bebyggelse tas med i beräkningarna tillsammans med planområdet. Detta syftar till att den aktuella riskbilden undersöks i sin helhet och inte enbart den förändring av samhällsriskerna som en enskild detaljplan medför.

Utöver ovan anser Länsstyrelsen i Stockholm att skyddsavstånd generellt är att föredra framför andra skyddsåtgärder och att vid korta avstånd bör större vikt läggas vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten för att en sådan olycka ska inträffa.

2.4 Värdering av risk

I Räddningsverkets⁴ rapport *Värdering av risk* (Räddningsverket, 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 riskerna 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 (Räddningsverket, 1997) presenteras även ALARP-konceptet⁵, vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer (se Figur 4

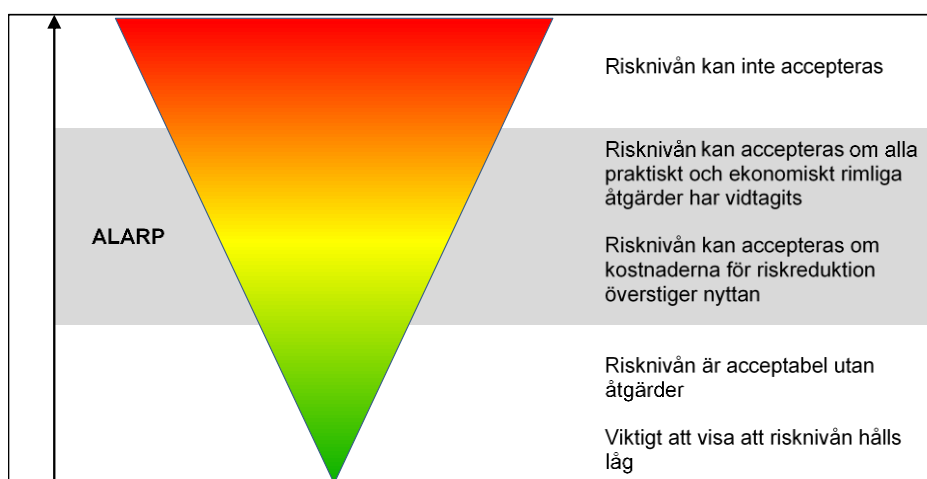
⁴ Nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB).

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

Måtten individ- och samhällsrisk baseras dels på beräkningar eller antaganden om sannolikhet för att olika scenarion ska inträffa, dels på de konsekvenser som olika scenarion kan få.

Individerisk avser risken för dödlig skada på ett visst avstånd från en eller flera riskkällor. Individerisk kan tolkas som den risk som en individ utsätts för på olika avstånd från riskkällan och är oberoende av hur många människor som vistas inom det specifika området samt hur den omgivande bebyggelsen ser ut. Eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk brukar måttet beskrivas som ett rättighetsbaserat mått. Måttet visar hur stor risk en person skulle utsättas för om den skulle stå på en specifik plats under ett helt år.

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika personstätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersonstätheten. Samhällsrisken presenteras i ett så kallat F/N-diagram⁶. I F/N-diagrammet kan sannolikheten för att olika antal personer omkommer i anslutning till riskkällan utläsas.



Figur 4. Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

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

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

⁶ Frequency of accidents/Number of fatalities - Olyckfrekvens / Antal dödsfall.

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.

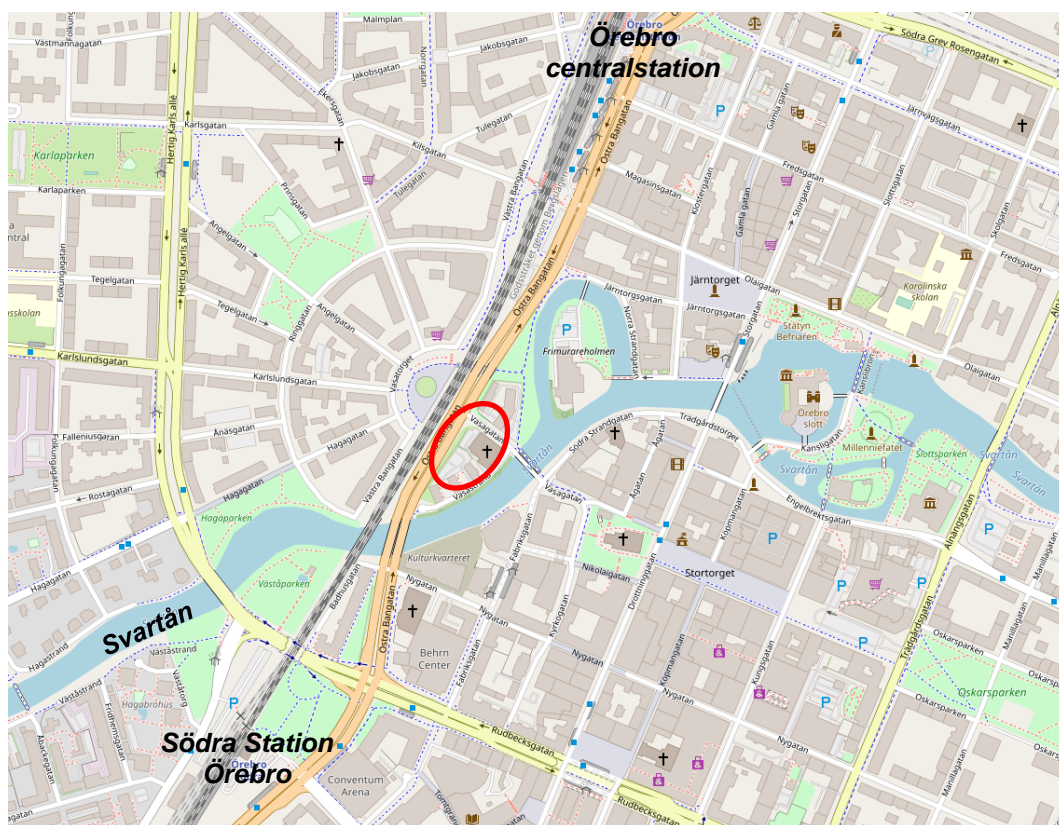
3 Riskidentifiering

Denna riskutredning omfattar allvarliga olyckor som kan inträffa på järnväg och kan orsaka allvarlig skada eller dödsfall hos människor som vistas 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 Omgivningsbeskrivning

Området ligger i centrala Örebro, norr om Svartån, mellan de två tågstationerna Södra station och Örebro centralstation, se Figur 5.



Figur 5. Svartån (blått) rinner genom Centrala Örebro. Aktuell detaljplan är markerad i röd cirkel. (© OpenStreetMaps bidragsgivare, 2020)

I dagsläget omfattar det aktuella området en parkering, Vasakyrkans Missionsförsamling och tre lägenhetshus i fyra våningar vardera. Planen är att den nya byggnaden (ca 36 meter från närmaste spårmitt) ska byggas ihop med Vasakyrkans Missionsförsamling och flerbostadshusen ska finnas kvar, se Figur 6. På första våningen föreslås Lobby, kök,

miljörum. Restaurang föreslås också på första våningen men i delen av byggnaden so ligger bort från järnvägen. Uteservering föreslås p innergård på sida mot Svartån och Vasakyrkan. Det finns även förslag på takterrass och utegym samt uteservering på plan 5-8



SITUATIONSPLAN



Figur 6. Föreslagen situationsplan Avståndet mellan byggnaden och vägen är ca 36 meter. (John Ekströms Bygg AB, Älvstranden i Karlstad AB, Bergshyttan Invest AB Prepart Projekt, Semrén Månsson, 2020)

3.2 Trafik järnväg

Godsstråket genom Bergslagen är en järnvägslinje som går genom Bergslagen, Närke och Östergötland mellan Storvik och Mjölby och passerar på aktuell sträcka genom centrala Örebro.

Längs den aktuella sträckan där järnvägen passerar genom det studerade området finns tre spår. Sträckan trafikeras av både persontåg (regionaltåg) och godståg.

Hastighetsbegränsningen på järnvägen på aktuell sträcka är enligt Nationella järnvägsdatabasen (NJDB) 80 km/h och det finns växlar i närheten av aktuellt område (Trafikverket, 2020a). Enligt Trafikverkets prognos för 2040 kommer trafiken på aktuell sträcka omfattas av ca 73 godståg och 114 persontåg per dag (Trafikverket, 2020b).

I framtiden kan järnvägen behöva byggas ut för att tillgodose nya tågförbindelser och tågsystem, till exempel snabbtåg Oslo-Stockholm och ett större tågutbud mellan Örebro, Karlskoga och Karlstad (Brandskyddslaget, 2019).

Trafikverket har genomfört en åtgärdsvalsstudie för Järnvägen i Örebro (Trafikverket, 2014). Studien är kopplad till Örebro kommuns arbete med den fördjupade översiktsplanen för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik (Örebro kommun, 2015). Olika framtida utformningar av järnvägsanläggningarna analyseras i Trafikverkets åtgärdsvalsstudie utifrån bland annat framtida trafikering och anslutningar mot industrispår. Studien föreslår en inriktning för fortsatt arbete där alternativet inte innebär fler spår över Svartån vid aktuellt område.

Enligt den ovan nämnda fördjupade översiktsplan anges att Örebro kommun ser ett fortsatt framtida behov av ytterligare spår över Svartån och genom hela Örebro. Detta för att på sikt kunna öka kapaciteten och möjliggöra för ett framtida snabbtåg och därför har mark reserverats närmast spåren för att möjliggöra fler spår i framtiden. På aktuellt område är mark reserverad norr om spåren, dvs. motsatt sida från aktuell detaljplan (Örebro kommun, 2015).

4 Riskanalys och risknivåer

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

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

För beräkningarna används följande antaganden:

- Hastighetsgräns⁷ 100 km/h.
- Spår med växlar (olycksfrekvens $8,5 \times 10^{-7}$ olycka per tåg-km).
- Generell statistik över fördelning av klasser för farligt gods (se bilaga).
- Trafik (Trafikverket, 2020b):
 - 73 godståg per dag (intervall 90-110%, 67-80 ÅDT⁸).
 - 114 persontåg per dag (intervall 90-110%, 103-125 ÅDT).
 - Det antas konservativt att all tågtrafik går på spåret närmast planområdet.
 - 3 % farligt gods av godstrafiken (intervall 2-4%).
- Persontäthet⁹:
 - Inga personer förväntas befinna sig inom 5 meter från spåret.
 - 200 personer per km² inom 5-20 m från järnvägsspår.
 - 20 000 personer per km² bortom 20 m från järnvägsspår.

4.1 Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten för dödliga skador på ett visst avstånd från en eller flera riskkällor under ett år.

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

För att beräkna individrisk används följande formel:

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

⁷ Hastigheten på aktuell sträcka är 80 km/h men modellen antar samma sannolikhet för urspårning och utsläppsindex för alla hastigheter. Intervall har antagits till följd av litet statistiskt underlag. För detaljer, se bilagor.

⁸ ÅDT står för årsdygnstrafik och är det genomsnittliga trafikflödet per dygn för ett år.

⁹ Diskussion kring persontäthet görs under avsnitt Samhällsrisk, 4.2 samt 4.4.1.

Där:

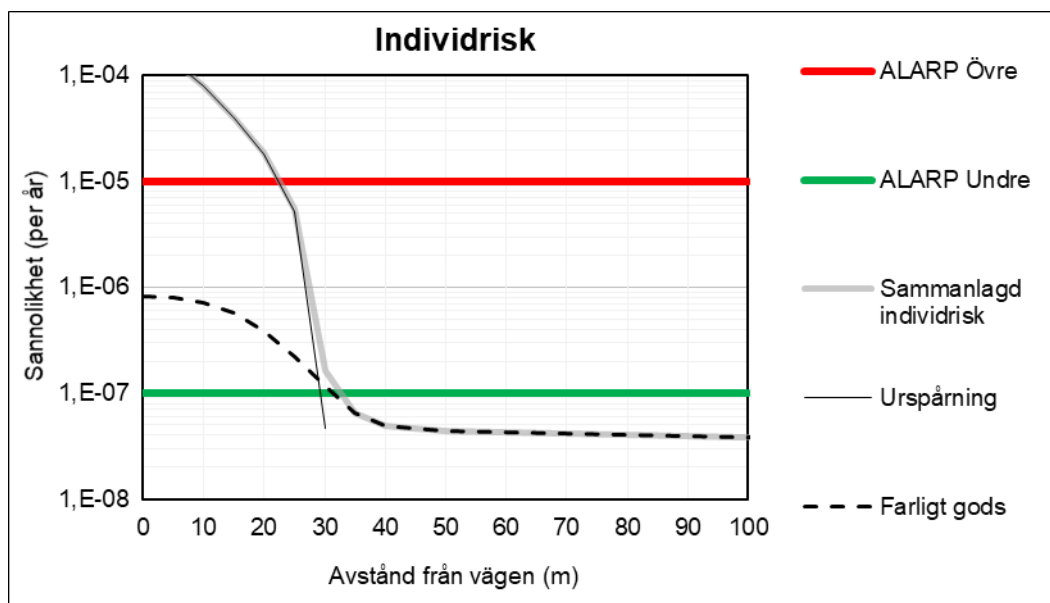
P_{olycka}	är sannolikheten för en urspårning eller lastbilsolycka per år (förväntad frekvens)
$P_{utsläpp olycka}$	är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en urspårning eller lastbilsolycka inträffar
$P_{scenario utsläpp}$	är sannolikheten för ett visst scenario (explosion, brand 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 järnvägen redovisas i Figur 7. Beräkningarna visar att individrisken är oacceptabel inom ca 25 meter från järnvägen och inom ALARP-området¹⁰ inom ca 30–35 meter från närmsta spårmitt. Detta innebär alltså att risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas mellan 25–35 meter från järnvägen.

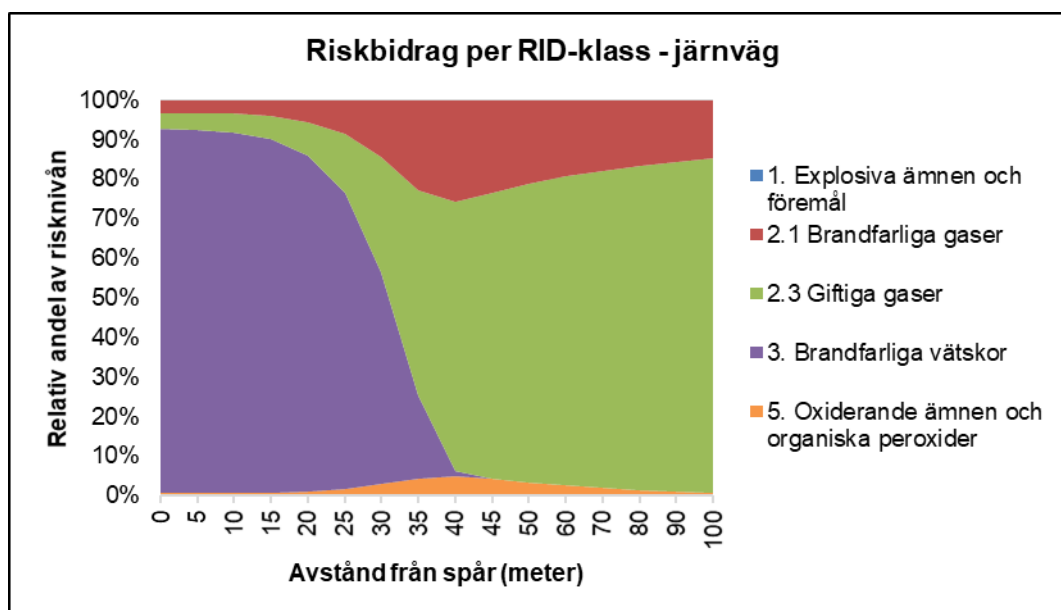
I Figur 8 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från järnvägen. Med generell statistik över fördelningen för RID-klasser som transporteras på järnväg är det främst brandfarlig vätska som utgör det största riskbidraget inom ca 30 meter från järnvägen. Bortanför ca 30 meter är det istället giftig gas och brandfarlig gas som utgör den större andelen av risken. Detta då dessa grupper av ämnen har ett längre konsekvensavstånd än brandfarlig vätska. Detta innebär alltså att det är brandfarlig vätska som bidrar till att risknivån ligger inom ALARP inom ca 30 meter från järnvägen och eventuella åtgärder bör därför främst vidtas för händelser som rör brandfarlig vätska.

Med avseende på individrisken är risknivån acceptabel utan åtgärder bortom ca 30–35 meter från spårmitt (risknivån ligger under ALARP-området). Dock ska risker, oavsett risknivå, alltid åtgärdas om det med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel är möjligt enligt rimlighetsprincipen (beskriven i avsnitt 2.4, sida 9).

¹⁰As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.



Figur 7. Beräknad individrisk för området baserat på trafikmängder för år 2040 med avseende på farligt gods på järnvägen.



Figur 8. Illustrerar individriskbidraget per respektive RID-klass. Explosiva ämnen utgör ett så pass litet bidrag till individrisken att det inte syns i figuren¹¹.

¹¹ Enligt underliggande statistik transporteras mycket lite farligt gods på järnväg vilket medfört att andelen för explosiva ämnen är satt till noll. I kapitel 4.4 visas hur risknivån hade påverkats av en större andel explosiv ämnen.

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 presenteras i ett så kallat F/N-diagram¹². I F/N-diagrammet kan sannolikheten för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan utläsas.

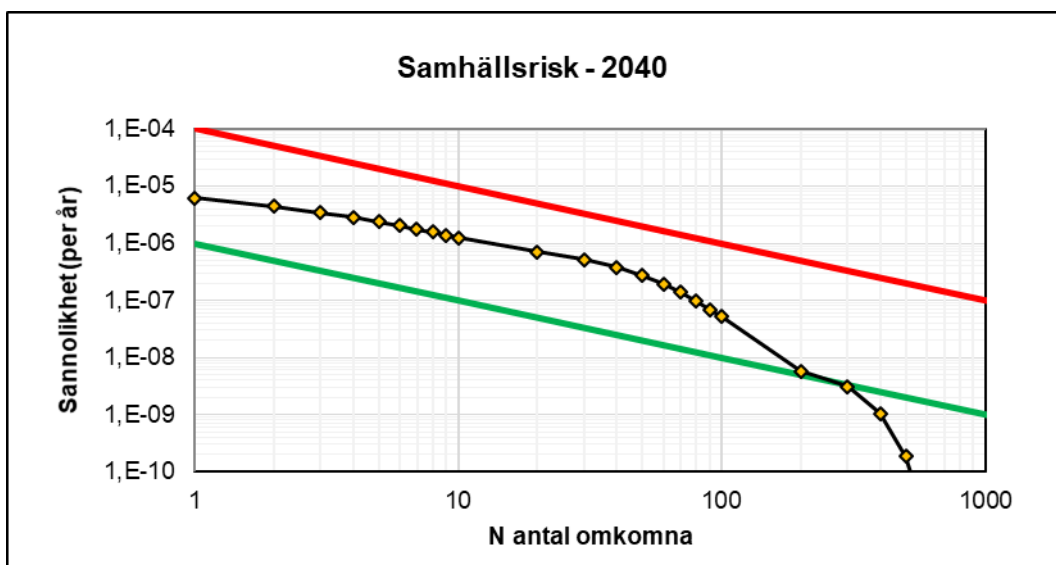
Som antagande används alltså en persontäthet på 20 000 personer/km² bortanför 20 meter från järnvägen. Mellan 5-20 meter från järnvägen kommer persontätheten vara betydligt lägre och antas därför inte uppgå till fler än 200 personer/km². Inga personer förväntas befinna sig inom 5 meter från spåret. Diskussion kring antagen persontäthet förs i avsnitt 4.4.1. I känslighetsanalysen testas skillnaden i risknivå med en fördubblad och tio gånger högre antagen persontäthet.

Samhällsrisk har beräknats för ett område inom 150 meter från järnvägen och resultatet presenteras i Figur 9. Det relativa samhällsriskbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 10 på avståndet 20 meter från järnvägen.

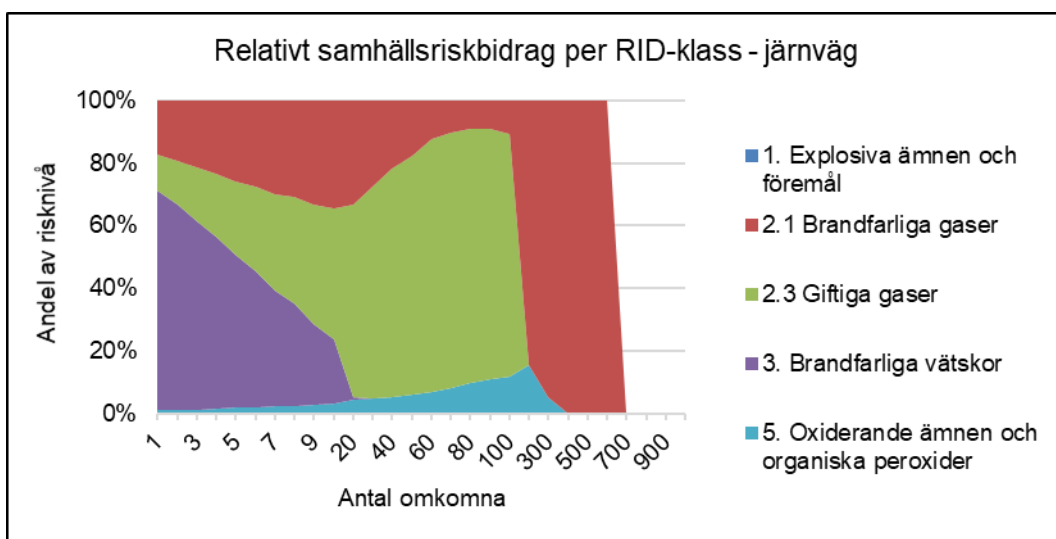
Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisk för järnvägen ligger inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas.

Figur 10 illustrerar att med en generell fördelning över vilka RID-klasser som kan tänkas transporteras på järnvägen så är det främst brandfarlig vätska som ger upphov till scenarier där få personer omkommer. Brandfarlig och giftig gas bidrar till den större delen av samhällsrisk där många personer omkommer.

¹² Frequency of accidents/Number of fatalities - Olycksfrekvens / Antal dödsfall.



Figur 9. Beräknad samhällsrisk för området baserat på trafikmängder för år 2040 med avseende på farligt gods och urspårning på järnvägen.



Figur 10. Illustrerar det relativa samhällsrisksbidraget per RID-klass. Explosiva ämnen¹³ har så liten bidragande effekt att det inte syns i figuren.

4.3 Urspårningsrisk

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

¹³ Enligt underliggande statistik transporteras mycket lite farligt gods på järnväg vilket medfört att andelen är satt till noll.

förhållanden. Figur 11 visar ett foto från en olycka i New York, och illustrerar en ovanlig urspårning med stora sidoavvikelser

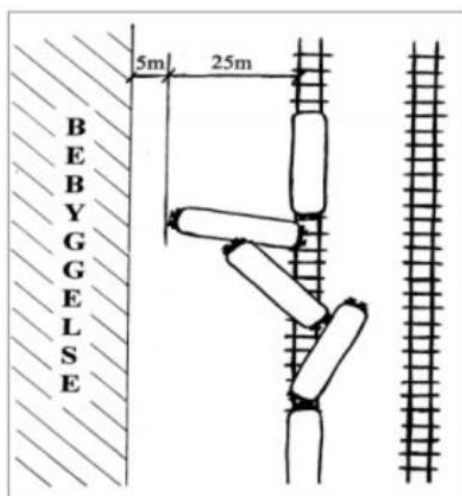
För detaljer kring beräkning av sannolikhet att ett tåg spårar ur, och att det därefter träffar ett objekt eller en person längs spåret, se Bilaga A.



Figur 11. Urspårning av ett passagerartåg i New York 2013. Källa: Wikimedia Commons.

Enligt en publikation från Banverket (Banverket, 2001) hamnar ca 80 % av urspårningarna av godståg inom 5 meter från spåret. Detta är generell statistik som inte tar hänsyn till hastigheten eller områdets platsspecifika egenskaper. Spårområdet förbi det aktuella området är rakt vilket gör att ett urspårande tåg sannolikt fortsätter relativt rakt fram om det skulle lämna spårområdet. Därmed är långa urspårningsavstånd inte särskilt troliga. En illustration över hur urspårning av vagn skulle kunna se ut om en vagn trycks ut från spåret visas i Figur 12.

Beräknad individrisk till följd av urspårning illustreras i Figur 7. Bortom 30 meter bidrar inte urspårningsrisken till individrisken.



Figur 12. Illustration över hur en urspårning skulle kunna se ut ovanifrån (Borås stad, 2016).

Enligt svensk standard (SS-EN 1991-1-7:2006 - Laster på bärverk) rekommenderas att olyckslast för bärverk beaktas inom 5 meter från spår (SS-EN 1991-1-7_2006 Olyckslast påkörning). Bortom 5 meter antas påkörningskrafterna som bärverk ska dimensioneras efter vara 0.

4.4 Osäkerheter och känslighetsanalys

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

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

I beräkningarna används intervall och Monte Carlo-simulering som ett sätt att beskriva osäkerheter, men det är viktigt att påtala att all osäkerhet inte fångats upp enbart med denna metod. Intervallen som används som indata till beräkningarna är i sig osäkra och bygger inte på någon omfattande statistik över inträffade händelser. Generellt antas beräkningarna överskatta risknivåerna. Detta eftersom det med dessa resultat borde ha inträffat fler större allvarliga 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 att beräkningsresultaten och hur de tolkas 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.

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

Exempelvis kan ett gasmoln med hälsofarliga koncentrationer spridas flera hundra meter, och då ger inte ett bebyggelsefritt avstånd på några tiotals meter någon märkbar effekt.

4.4.1 Diskussion kring persontäthet

En medelstor svensk tätort med har en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 4 000 personer/km². Som jämförelse är befolkningstätheten i Stockholms centrala innerstad mellan ca 10 000 och uppemot 20 000 personer/km². Även i Stockholms innerstad finns dock en del obebbyggda ytor såsom gator, torg och parker. Som ett konservativt antagande används en persontäthet på 20 000 personer/km² för detaljplanen Orgeln i Örebro. Denna riskutredning kan därför även användas för områden där tät bebyggelse planeras.

I större kontorslandskap och flerbostadshus kan persontätheten på en mindre yta bli betydligt högre än 20 000 personer/km². Kvarteret Orgeln, som har en markyta på fastigheten på ca 2 500 m², kan få en befolkningstäthet på strax över 200 000 personer/km² om det antas att 500 personer befinner sig inom aktuell byggnad. Denna persontäthet är dock inte relevant att använda vid beräkningar för samhällsrisk, eftersom

22(35)

RAPPORT
2020-11-20
VERSION 1
RISKUTREDNING ORGELN

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, vilket innebär att det inte är sannolikt att persontätheten är så pass hög dygnet runt. Om persontätheten sprids över ett större område innebär det en underskattning av konsekvensen om en omfattande olycka (t.ex. BLEVE) sker precis intill fastigheten. Det överskattar dock också händelser med färre omkomna eftersom det överskattas hur många personer som verkligen befinner sig där. Detta skulle kunna hanteras genom att beräkna risknivån på en kortare sträcka än 1 km. Då behöver kriterierna för acceptabel risknivå justeras för att passa en kortare sträcka och dessutom skulle risknivån endast gälla för en kortare del av sträckan.

I DNV's rapport *Värdering av risk* (Räddningsverket, 1997) föreslås att samhällsrisk bör presenteras för 1 km bland annat då detta ger ett och samma kriterium för både industriella anläggningar och transportleder och att det ofta är realistiskt ur analysynpunkt att utgå från 1 km. Det beskrivs även i Länsstyrelsens riktlinjer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) att detta sätt att räkna medför att den aktuella riskbilden undersöks i sin helhet och inte enbart den förändring av samhällsrisken som en enskild detaljplan medför.

I Sverige finns som högst befolkningstätheter på ca 20 000 personer/km² även i de mest tätbebyggda områdena. Hänsyn bör tas till att närliggande områden kan förtätas på likande sätt i Örebro. Därför bedöms det vara rimligt att räkna på en sträcka på 1 km och befolkningstäthet 20 000 personer/km². I känslighetsanalysen testas hur dessa antaganden påverkas om högre persontäthet skulle antas (fördubblad och tio gånger högre).

Beroende på hur marken används närmast riskkällan går det inte att utesluta att det befinner sig personer i detta område. Persontätheten antas dock vara låg och uppskattas till 200 personer per kvadratkilometer (vilket skulle innebära att det på ett område stort som en fotbollsplan skulle uppehålla sig i genomsnitt 2 personer) Dessa personer bedöms befinna sig utomhus. Inom 5 meter från spåret förväntas inga personer befinna sig eftersom detta ligger inom spårområdet.

4.4.2 Förenklningar, antaganden och avgränsningar

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 klorgas på järnväg för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Dessa ämnen utgör i själva verket endast en marginell del av respektive transporterad klass farligt gods.

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 scenerierna är så att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Beräkningarna tar inte heller hänsyn till topografiska skillnader, eventuell skyddande växtlighet eller eventuella

befintliga murar eller plank. Detta är alltså effekter som bedöms separat från beräkningarna då det inte går att utesluta att dessa försvinner eller tas bort.

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 men det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden. Därutöver krävs det mycket stora förändringar i trafikmängder för att få betydande utslag på risknivåerna (se avsnitt 4.4.3).

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.

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 dessa beräkningar av samhällsrisk. Detta eftersom dödlig skada kan uppstå på långa avstånd även om detta sätt att räkna överskattar riskerna på längre avstånd. Sannolikheten att omkomma minskar i praktiken 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.

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 personen sannolikt redan påverkats av urspårningen. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen som inte tillhör "giftig gas" 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.

4.4.3 Känslighetsanalys

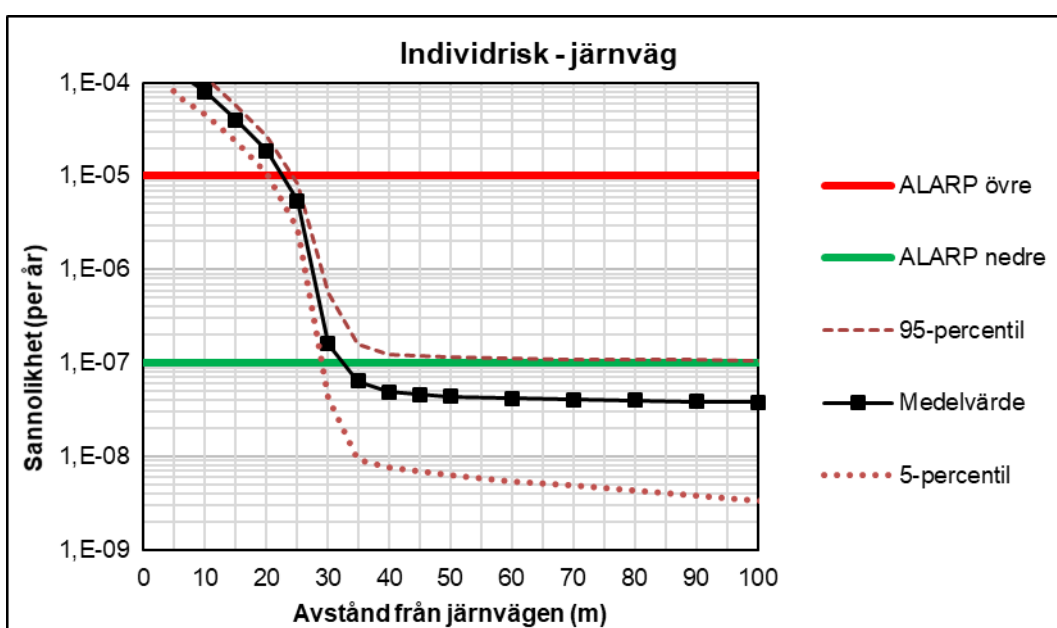
En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket

24(35)

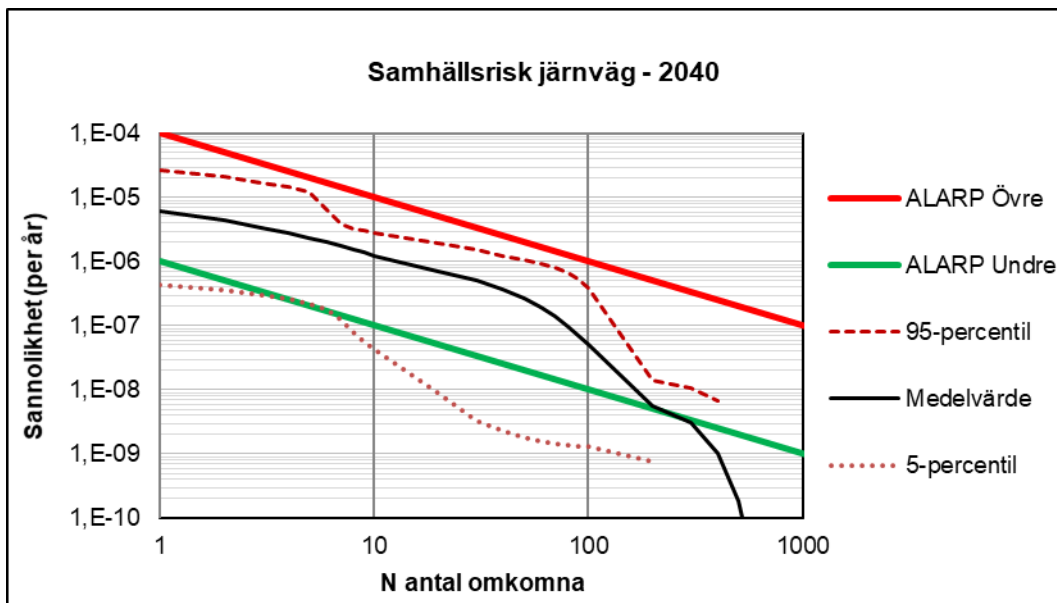
RAPPORT
2020-11-20
VERSION 1
RISKUTREDNING ORGELN

innebär att fördelningar antas istället för medelvärden för ingående parametrar. Därefter görs simuleringen där 5 000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar känsligheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

I Figur 13 och Figur 14 presenteras individ- respektive samhällsrisk för 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 förutom inom ca 25 meter från järnvägen. 95-percentilen för samhällsrisk är inom det område där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas och är därmed inte över oacceptabel risknivå.



Figur 13. Beräknad individrisk för området baserat på trafikmängder för år 2040 med avseende på farligt gods och urspårning på järnvägen med 5- och 95-percentiler

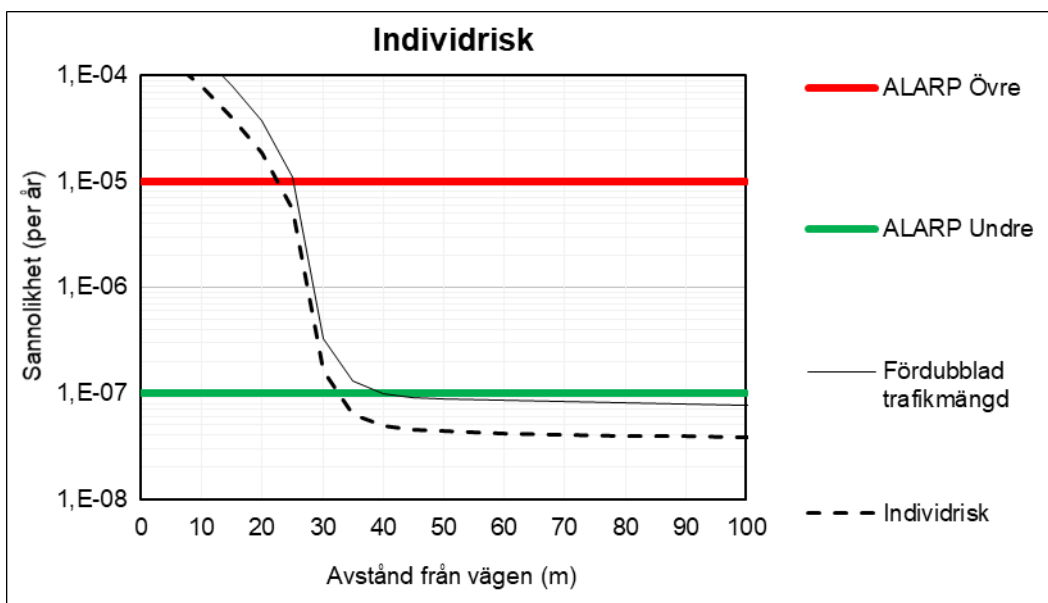


Figur 14. Beräknad samhällsrisk för området baserat på trafikmängder för år 2040 med avseende på farligt gods och urspårning på järnvägen med 5- och 95-percentiler.

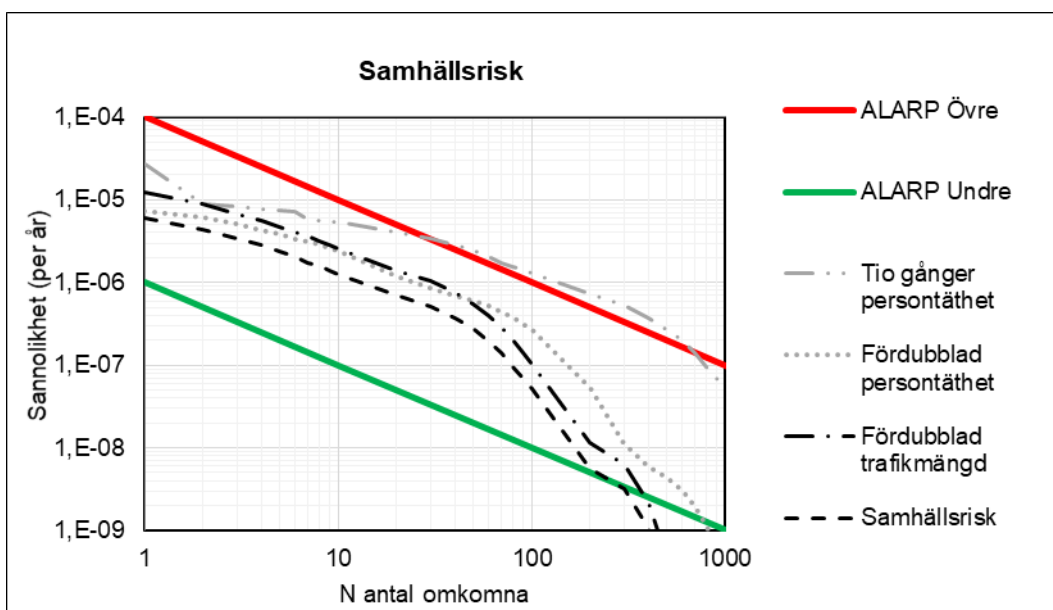
I Figur 15 syns att individrisken ligger på en acceptabel nivå, även med fördubblad trafikmängd, bortom 25 meter från närmaste spårmit.

I Figur 16 kan det konstateras att en fördubbling i trafikmängd eller persontäthet inte ger någon betydande ökning i samhällsrisk¹⁴. Det krävs alltså en mycket stor ökning (vilket inte bedöms vara rimligt) för att vi ska hamna på en oacceptabel risknivå (ovanför ALARP Övre). Det krävs persontätheter som uppgår till cirka tio gånger högre (200 000 personer/km²) än det antagna (20 000 personer/km²) för att samhällsrisknivån ska hamna ovanför ALARP. En så pass hög persontäthet och samtidigt betydligt högre trafikmängd än antaget är osannolik.

¹⁴ Vilket även innebär att en högre olycksfrekvens inte heller bör ge betydande högre risknivåer.



Figur 15. Illustration över påverkan på individrisken med fördubblad trafikmängd (146 godståg och 208 persontåg). Den linje som markerar "Individrisk" baseras på 73 godståg, 104 persontåg.



Figur 16. Beräknad samhällsrisk för området baserat på olika trafikmängder med avseende på farligt gods och urspårning på järnvägen med fördubblad trafikmängd (ca 146 godståg och 208 persontåg) och fördubblad persontäthet (40 000 personer/km²) samt tio gånger persontätheten (200 000 personer/km²). Den linje som markerar "Samhällsrisk" baseras på 73 godståg, 104 persontåg och 20 000 personer/km².

I beräkningarna har det inte räknats med några explosiva ämnen då den generella statistiken visar att mängden explosiva ämnen som transporteras på järnväg är mycket

liten. Explosiva ämnen kan dock ge betydande konsekvenser med många omkomna men sannolikheten att en detonation sker med explosiva ämnen är låg. Beräkning har gjorts med antagande om att upp till 3% av den transporterade mängden farligt gods utgörs av explosiva ämnen. Detta gav inte betydande utslag på risknivåerna. Dessa beräkningar redovisas inte i denna rapport.

28(35)

RAPPORT
2020-11-20
VERSION 1
RISKUTREDNING ORGELN

5 Riskvärdering

Riskvärderingens syfte är att genomföra en värdering av riskerna med identifierade händelser. Därefter rekommenderas rimliga åtgärder som kan vidtas.

I *Riskhantering i detaljprocessen* (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006) beskrivs att hotell tillhör kategori C, alltså den känsligaste markanvändningen, som bör placeras så långt som möjligt från transportleden.

Stockholms läns riktlinjer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) anges att kontor och verksamheter med hotell bör placeras bortom 50 meter från järnväg med transporter av farligt gods.

Planerad etablering inom kvarteret Orgeln uppfyller inte dessa riktlinjer. Länsstyrelsen i Stockholm (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) anser att skyddsavstånd generellt är att föredra framför andra skyddsåtgärder och att 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.

Aktuellt planområde ligger bortom 30 meter och planerad byggnad på ca 36 meter från närmaste spår. Individrisknivån visar på acceptabel risknivå bortom ca 30–35 meter från järnvägen (se Figur 7). Med en fördubbling av trafikmängden hamnar individrisknivån under ALARP vid 40 meters avstånd från järnvägen (se Figur 15).

Samhällsrisk ligger inom ALARP och det krävs en tio gånger högre persontäthet (200 000 personer/km²) än den uppskattade (20 000 personer/km²) för att samhällsrisk (se Figur 9 och Figur 16) ska hamna ovan det område där risknivån inte kan accepteras. Att samhällsrisk ligger inom ALARP innebär alltså att riskreducerande åtgärder som är ekonomiskt och praktiskt rimliga ska vidtas, se Figur 4. Om rimliga riskreducerande åtgärder vidtas bedöms alltså risknivån vara acceptabel även om den ligger inom ALARP.

Enligt rimlighetsprincipen (avsnitt 2.4) ska risker, som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras, alltid åtgärdas oavsett risknivå. Detta innebär alltså att även om risknivån bedöms vara låg kan det vara motiverat med vissa åtgärder (Räddningsverket, 1997).

För aktuell detaljplan gäller alltså att riskreducerande åtgärder ska ställas mot de kostnader de innebär samt genomförbarheten. I kommande kapitel, avsnitt 6, beskrivs de åtgärder som bedömts vara genomförbara och ekonomiskt rimliga vid andra liknande etableringar, genom tidigare erfarenheter och relevanta rapporter och riktlinjer.

Aktuell verksamhet innebär en hög persontäthet på liten yta och personer kan befinna sig i byggnaden i sovande tillstånd. Därutöver har de flesta personer som vistas i hotellet troligtvis liten lokalkännedom. Sammantaget innebär det att utrymning försvåras och risken för skador ökar.

Åtgärder med avseende urspårningsrisk motiveras inte då beräknad individrisk för urspårning understiger ALARP vid ca 30 meter från spåret. Det bedöms vara mycket osannolikt att urspårande tåg drabbar byggnader i aktuellt planområde.

6 Riskreducerande åtgärder

För att minska risken för olyckor över lag är det i första hand lämpligt att vidta åtgärder för att minska sannolikheten för olycka. I detaljplaneskede är detta dock inte möjligt då det skulle innebära åtgärder inom järnvägsområdet alternativt lagändringar.

En övergripande bedömning av respektive riskreducerande åtgärd beskrivs i kommande avsnitt för att sedan sammanfattas i avsnitt 7, Slutsats och rekommenderade riskreducerande åtgärder.

6.1 Brandskydd i byggnad enligt BBR

Byggnaderna som planeras inom detaljplaneområdet utgörs av hotell i tio, sju och fem våningar. Detta innebär att byggnaden kommer att klassas som BR1 (byggnad med mycket stort skyddsbehov) samt Verksamhetsklass 4 (Hotell). Detta innebär att:

- Ytterväggar kommer att utformas så att:
 - den avskiljande funktionen upprätthålls mellan brandceller,
 - brandspridning inuti väggen begränsas,
 - risken för brandspridning längs med fasadytan begränsas,
 - risken för personskador till följd av nedfallande delar av ytterväggen begränsas.
- Ytskikten i respektive hotellrum kommer att vara svårantändliga
- Heltäckande brandlarm
- Trapphus för utrymning kommer att mynna till det fria
- Brandcellsgräns mellan hotellrum som vetter mot riskkällan samt hotellkorridoren kommer att vara utförd som en brandcellsgräns i EI30 (hotellrumsdörrar).
- För byggnad över 24 m ska stigarledning anordnas.

Vid analytisk dimensionering kan t ex en sprinkleranläggning medge lättnader i kraven ovan.

Kraven ovan anses inte vara nödvändiga att reglera i detaljplanebestämmelser. Notera att bygglagstiftningen ej reglerar åt vilket håll utrymningsvägar ska mynna eller att brandspridning från en brand utanför byggnaden ska förhindras/fördröjas.

I de fall räddningstjänsten förväntas genomföra en aktiv insats för att bistå med utrymning samt brandsläckning inom byggnaden kan räddningstjänsten behöva ha åtkomst till trapphus som inte vetter mot riskkällan. I dessa fall kan de finnas behov att anlägga räddningsvägar. Krav på utformning avseende t.ex. bärighet och bredd/höjd redovisas i BBR. Även tillgång till brandposter för brandvattenförsörjning kan behöva säkerställas.

Eventuella krav på räddningsväg och brandvattenförsörjning kan behöva regleras i planbestämmelserna om detta inte är säkerställt på annat sätt.

6.2 Placering av utrymningsvägar

För att människor ska kunna utrymma byggnader på ett säkert sätt vid en olycka är det lämpligt att det finns utrymningsvägar bort från riskkällan. Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från vägen vid en brand eller annan olycka med farligt gods bedöms vara en rimlig åtgärd oavsett risknivå och bör därför nästan alltid vidtas. Människor har en tendens att utrymma samma väg som de kom in (Räddningsverket, 2001). Om möjligt bör huvudentrén inte ligga i direkt siktlinje mot järnvägen.

I aktuellt förslag är det alltså rimligt att det finns möjlighet att utrymma från Lobbyn och de delar som ligger mot järnvägen, bort från järnvägen.

6.3 Brandklassad fasad

Om en pöl-/gasmolnsbrand skulle inträffa utanför byggnaden vid en olycka med farligt gods kan värmestrålning antända brännbart material inom byggnaden och även skada personer så att dessa omkommer.

För att reducera denna risk kan fasaden utföras som en brandcellsgräns (brandklassad fasad). Detta så att personer som vistas i byggnaden kan utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. Beroende på omfattningen av pöl-/gasmolnsbranden, avståndet samt om pölen kan rinna mot aktuell bebyggelse kan utformningen av en sådan brandcellsgräns variera. Om brandcellsgränsen uppförs som i klass EI erhålls integritet och isoleringsförmåga. För att E-kravet ska uppfyllas måste fönster och eventuella ventilationsöppningar vara stängda och endast öppningsbara med nyckel/verktyg för t.ex. underhållsarbete. I-kravet hindrar att värmestrålning antänder brännbart material på andra sidan om brandcellsgränsen och reducerar värmestrålningen som påverkar personer i utrymmen i hotellbyggnaden som vetter mot järnvägen.

Till EI-kravet knyts ett tidskrav som visar hur länge brandcellsgränsens förmåga till integritet och isolering ska säkerställas. Tidskravet är definierat för provning av den effektutveckling som erhålls i samband med rumsbrand och inte för en större brand i brandfarlig vätska/gas. Tidskrav kan utgöras av t.ex. 15, 30 och 60 minuter. Om målet är att enskilda personer har förmåga att utrymma själva kan EI15 vara ett lämpligt krav. Om räddningstjänstens agerande är en förutsättning för utrymning kan detta tidskrav behöva utökas beroende på insattid.

Vid placering av byggnad inom ca 30–35 meter från järnvägen (då individrisknivån ligger inom ALARP) kan det vara motiverat att vidta ytterligare åtgärder såsom EI30-klassing på fasad och fönster.

I det aktuella planärendet bedöms avståndet mellan järnvägen och hotellbyggnaden medföra att individrisken kan accepteras ur riskhänseende utan att åtgärder avseende brandklassad fasad genomförs. Samhällsrisknivån ligger inom det område där ekonomiskt rimliga och tekniskt genomförbara åtgärder ska genomföras. Som tidigare nämnt i avsnitt 6.1 kommer vissa krav ställas på fasaden för aktuell bebyggelse i bygglovsprocessen. De krav som blir aktuella i bygglovsprocessen bedöms räcka för att uppnå acceptabel risknivå då individrisknivån ligger på en acceptabel nivå på det avstånd

där aktuell byggnad är föreslagen. Detta eftersom klassning av fasad kan innebära betydande ökade kostnader.

6.4 Ventilationsåtgärder

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. Betydelsen av att placera ventilationsintag högt är större ju närmare riskkällan intaget ligger. På längre avstånd har gasmolnet fått en större utbredning i höjddled, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

Koncentrationen av giftig gas är sannolikt även lägre på den sida av byggnader som vetter bort från riskkällan vilket förklaras av det längre avståndet samt den turbulens som uppstår runt en byggnad och bidrar till att gasen blandas ut med luft (Thomasson, 2017).

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 dock öka kostnaderna, till exempel vid placering i söderläge eftersom kylning av friskluft då blir nödvändigt under varma dagar. Detta är inte heller en lämplig eller rimlig åtgärd om det finns en större risk med att placera ventilation bort från järnvägen, till exempel mot en industri eller starkt trafikerad väg, där luftkvaliteten är sämre. Detta bedöms inte vara fallet för aktuellt område. I stället bör möjligtvis luftkvaliteten förbättras av att placera ventilation högt eller bort från den hårt trafikerade vägen Östra Bangatan.

6.5 Vall, mur eller skärm

En vall av jordmassor kan fungera som en fysisk barriär mellan en transportled för farligt gods och bebyggelse. En sådan barriär kan hindra att farliga vätskor rinner mot planområdet och begränsar på det sättet utbredningen av en pölbrand. Värt att nämna är att om utsläpp av farlig vätska inträffar på järnvägen så rinner den snabbt undan eftersom översta lagret av banvallen ligger på makadam som har en god dräneringsförmåga.

En fysisk barriär kan också ha viss skyddande effekt mot gasutsläpp med tunga gaser nära marken. Som följd av den turbulens som barriären skapar reduceras nämligen spridningen av gasen. En barriär bidrar även till en viss fördröjning av gasspridning mot området.

Vid mindre bränder och i utsläppets absoluta närhet ges viss effekt mot värmestrålning i pölbränder, men effekten avtar ju högre flammhöjden blir. Det är visserligen mer sannolikt med mindre utsläpp, men även mindre pölbränder ger relativt höga flammhöjder. Vallar, murar och skärmar kan inte motiveras sett till den relativt låga riskreducerande effekten.

Skyddets (vall/mur/skärm) huvudsakliga syfte är inte att skydda mot värmestrålningen vid en pölbrand eller jetflamma eftersom detta kräver en mycket hög konstruktion för att ge betydande effekt. Syftet är främst att hålla transporten och behållare med farliga ämnen

på avstånd samt hindra utläckande ämnen från att rinna mot områden där människor vistas.

Denna åtgärd bedöms inte vara motiverad för det aktuella planområdet då det finns viss skyddande barriär i form av dike och kantsten samt mittremsa på Östra Bangatan som medför att brandfarlig vätska inte kan förväntas rinna närmare området.

6.6 Ej uppmuntra till stadigvarande vistelse

Genom att inte uppmuntra till stadigvarande vistelse på de delar av planområdet som ligger mot och närmast järnvägen minskar risken för att människor som vistas utomhus inom planområdet skadas om en olycka med farligt gods inträffar. Exempelvis bör inte lekplatser, uteserveringar, eller annan yta där större antal människor uppehåller sig anläggas nära riskkällan. Detta innebär t.ex. att uteservering, balkonger, terrasser eller liknande bör undvikas mot järnvägen.

I aktuellt fall bör dock inte sådana utformningar enligt förslaget på våning 5 och 6 eller högre i byggnaden innebära en betydande ökning av risken. Dels då personer inte vistas på dessa under längre tid och dels då det är under begränsade tider på dygnet eller året som dessa blir attraktiva att befinna sig på. Personer som befinner sig utomhus inom detta avstånd bör rimligtvis snabbt kunna ta sig bort från området vid en olycka. Värmestrålningen kommer vara betydligt mindre på höjden 5-6 våningar upp, även om flammhöjden från en pölbrand kan bli höga. I markplan kan dock värmestrålningen bli betydande oavsett om det är en liten eller stor pölbrand och därför är det rimligt att begränsa område för utevistelse (t.ex. utomhusservering) för aktuell verksamhet mot järnvägen.

7 Slutsats och rekommenderade riskreducerande åtgärder

Planområdet ligger nära en led med farligt gods. Risknivåerna har beräknats vara sådana att rimliga åtgärder ska vidtas. Vissa riskreducerande åtgärder för detaljplanen bedöms vara motiverade. De åtgärder som bedömts vara rimliga att reglera i planbestämmelserna är följande:

- Ventilation/friskluftsintag ska placeras på fasad som inte vetter direkt mot riskkällan och högt upp på byggnaden, alternativt på tak.
- Huvudentré bör inte placeras direkt mot riskkällan och ska gärna skyddas så att den inte har siktlinje mot järnvägen. Om huvudentrén placeras mot järnvägen ska räddningstjänsten ha åtkomliga utrymningsvägar och trapphus som ligger skyddad från järnvägen. Från huvudentrén ska det vara möjligt att utrymma bort från järnvägen i skydd av byggnaden.
- Utomhusverksamhet ska inte placeras i markplan på sida mot järnvägen.

Det ska utöver ovan finnas goda möjligheter att utrymma bort från järnvägen. Detta hanteras ej som planbestämmelse, men kan finnas i planbeskrivningen.

Eventuella krav på räddningsväg och brandvattenförsörjning kan behöva regleras i planbestämmelserna om detta inte är säkerställt på annat sätt.

De riskreducerande åtgärderna för fasad som kommer hanteras i bygglovsprocessen (se 6.1) samt ovan beskrivna åtgärder bedöms ge tillräckligt skydd för att etableringen ska vara möjlig att genomföra med avseende på risken från farligt gods på järnvägen och urspårning.

Referenser

- © OpenStreetMaps bidragsgivare. (2020). *Openstreetmap*. Hämtat från <https://www.openstreetmap.org/copyright>. Hämtad: 2020-22-01
- Banverket. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Sven Fréden.
- Borås stad. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods*. Wuz risk consultancy AB.
- Brandskyddslaget. (2019). *Risikanalyt Södra Station Örebro*.
John Ekströms Bygg AB, Älvstranden i Karlstad AB, Bergshyttan Invest AB Prepart Projekt, Semrén Månsson. (2020). *Kv. ORGELN I ÖREBRO UTREDNINGSSKISS UNDERLAG DP 2019.11.21*.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*.
- Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning*.
- Thomasson. (2017). *Riskreducerande åtgärder Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods. Examensarbete vid Lunds tekniska högskola*.
- Trafikverket. (2014). *tgärdsvalsstudie Örebro C och Örebro S*.
- Trafikverket. (2020a). *Nationella Järnvägsdatabasen*. Hämtat från <https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. Hämtat: 2020-10-27
- Trafikverket. (2020b). *Trafikuppgifter buller enligt tågplan 2020 (T20) som underlag till bullerberäkningar*.
- Örebro kommun. (2015). *Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik*.
- Örebro kommun. (2020). *Vi växer, du växer*. Hämtat från [extra.orebro.se](https://extra.orebro.se/byggorebro/vivaxerduvaxer.4.504c3ec41512975c594675.html): <https://extra.orebro.se/byggorebro/vivaxerduvaxer.4.504c3ec41512975c594675.html>. Hämtat: 2020-10-27

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 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. På järnväg har det inte registrerats några transporter av explosiva ämnen enligt nationell statistik för järnväg.

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 utvändig 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 flammen.

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

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

Giftiga gaser (ADR/RID 2.3)

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

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 i Sverige (INEOS Sverige AB, 2014).

Ammoniak och svaveldioxid är exempel på några av 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 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	73,5	67-80
Antal persontåg	114	103-125
Antal dygn med trafikering per år	364	364
Antal vagnar per tåg	ca 40	32,5-46,9
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-7}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg för aktuellt område (på 1 km) blir då

$73,5 \times 364 \times 8,5 \times 10^{-7} \approx 2,3 \times 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 44 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 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 $2,3 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar ca en olycka på 435 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

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

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

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.

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	$3,8 \times 10^{-7}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$8,7 \times 10^{-7}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$5,1 \times 10^{-9}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$6,3 \times 10^{-7}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$1,4 \times 10^{-6}$
	Pölbrand	10	20	30	$1,6 \times 10^{-5}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	$5,9 \times 10^{-8}$
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$3,9 \times 10^{-8}$

*För RID-klass 1 är det är istället krockvåd 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.

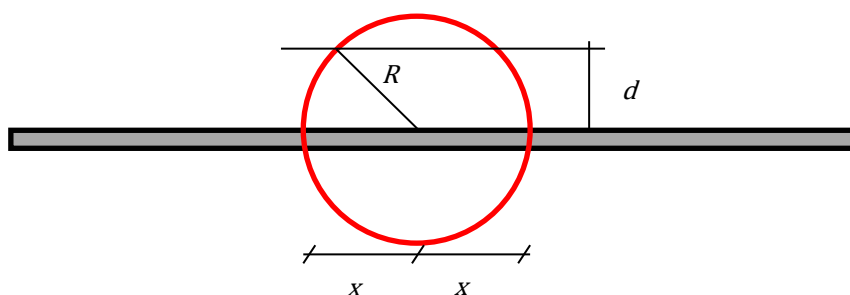
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

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:

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

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

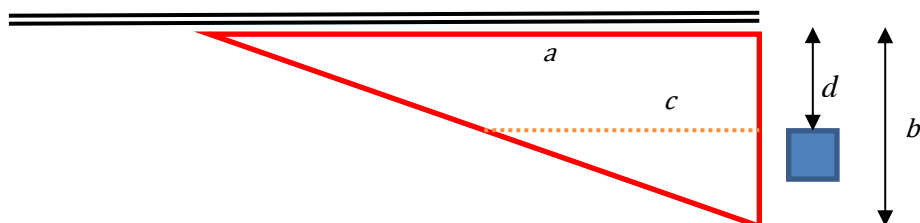


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

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.

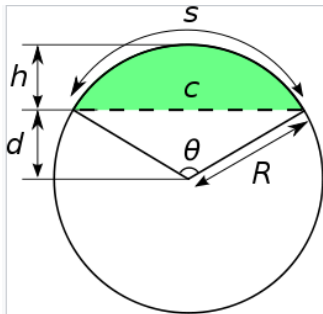
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

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 90 % (98 % nattetid) av befolkningen befinner sig inomhus på avstånd bortom 20 meter från transportleden och längre.¹

Inom 5 m från järnvägen antas 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
0-5	-	-	-	-	0
5-20	100 %	0 %	100 %	0 %	200
> 20	10 %	90 %	2 %	98 %	20 000

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 Tabell B-3.

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.

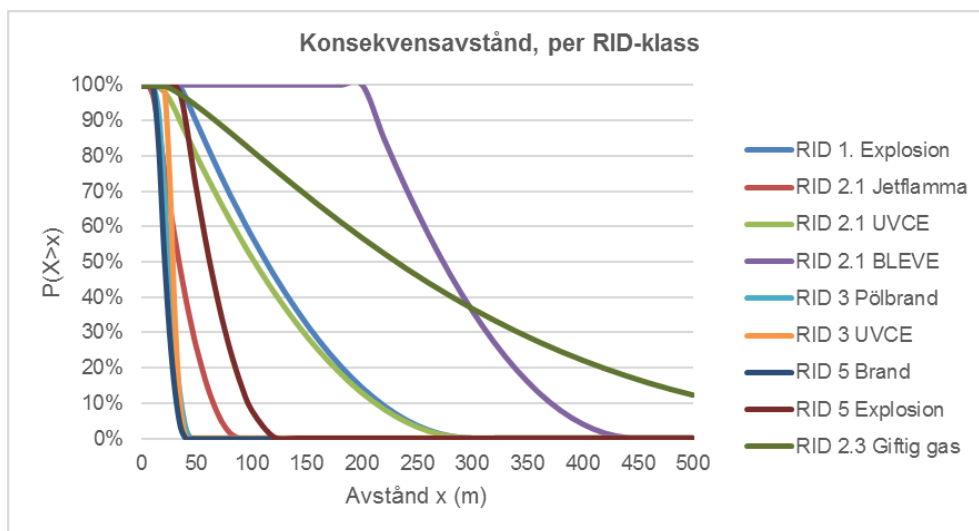
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016) (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 givet att scenariot händer. Detta innebär alltså att hänsyn till sannolikhet inte är tagen för värdena i tabellen.

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde) Bebyggelsefritt 20 m		
		Totalt	Utomhus	Inomhus
1	Explosion, raserade byggnader*	153,3	-	153,3
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus*	13	13	-
2.1	BLEVE	333	133,7	199,3
	Jetflamma	6,6	1	5,6
	Gasmolnexplosion - och brand	6,8	0,8	6
2.3	Giftigt gasmoln	42,5	17	25,4
3	Pölbrand	0,1	0,1	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0	0	0
5	Explosion	49,1	6,2	42,8
	Brand	0,1	0,1	0

**För järnväg är den beräknade sannolikheten för olyckor med farligt gods 0 då det enligt statistik inte transporterats explosiva ämnen på järnväg. Det innebär att det inte förväntas omkomma några till följd av detta ämne men ovan illustrerar om det ändå skulle inträffa.*

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. 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). *Risکاناليس 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.*