

Riskutredning kvarteret Kniven, Partille

Utredning avseende risker med farligt gods på
järnväg



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
0.1	2023-02-01	Utkast för granskning	2023-03-02	
1	2023-03-06	Utkast justerat efter interngranskning	2023-03-10	Oscar Lindén

Sweco Sverige AB
Uppdrag
Uppdragsnummer
Kund
Upprättad av
Datum

556767-9849
Riskutredning Partille, kv. Kniven
30053954
Partille kommun
Elvira Sörman Laurien
2023-03-10

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Syfte och mål.....	5
1.2	Metod	5
1.2.1	Riskbegreppet.....	5
1.2.2	Metodik för riskanalys	6
1.3	Avgränsningar	7
2	Styrande och vägledande dokument.....	8
2.1	Plan- och bygglag	8
2.2	Miljöbalken	8
2.3	Rekommendationer från Trafikverket för järnväg.....	8
2.4	Länsstyrelsens riktlinjer.....	9
2.5	Partille kommuns fördjupade översiktsplan för centrala Partille	10
2.6	Värdering av risk	10
3	Förutsättningar	13
4	Riskbedömning.....	16
4.1	Riskidentifiering.....	16
4.1.1	Olycka med transport av farligt gods	16
4.2	Riskanalys	18
4.3	Riskvärdering	21
4.3.1	Känslighetsanalys	22
4.4	Osäkerheter.....	22
4.4.1	Förenklningar, antaganden och avgränsningar	23
5	Samlad bedömning och riskreducerande åtgärder	25
	Referenser	26

Sammanfattning

På området Kvarteret Kniven vid Partille station planeras för en ny besöksdestination i Partille kommun, med hotell, restaurang och andra besöksverksamheter. Det aktuella planområdet består idag till största del av hårdgjorda ytor samt befintlig bebyggelse i form av tidigare låga fabriksbyggnader. Planområdet gränsar till järnvägen Västra stambanan i norr och Sävveån i söder. På Västra stambanan transporteras farligt gods, och då planområdet befinner sig inom det 150 meter långa riskhanteringsavstånd som Länsstyrelsen i Västra Götaland föreskriver ska riskerna med transport av farligt gods på järnvägen utredas. Riskerna utreds kvantitativt genom att individ- och samhällsrisknivåer beräknas för det aktuella området. Beräkningarna visar att både individ- och samhällsrisknivån befinner sig under ALARP-områdets nedre gräns. Därmed är riskerna inom planområdet med avseende på transport av farligt gods på Västra stambanan acceptabla. Det bedöms därför inte motiverat att vidta några riskreducerande åtgärder.

Vad gäller den befintliga byggnaden närmast järnvägen rekommenderas dock att se över möjligheten att möjliggöra utrymning i en riktning bort från järnvägen. Utifrån använda riskkriterier och resultat av beräkningarna skall detta dock endast övervägas om det inte bidrar till ökade kostnader i projektet.

1 Inledning

En ny detaljplan skall tas fram för Kvarteret Kniven i Partille. På fastigheten finns idag en större fabriksbyggnad samt hårdgjorda ytor. Norr om fastigheten passerar järnvägen Västra Stambanan, på vilken farligt gods transporteras.

Inom den nya detaljplanen planeras för centrumverksamhet, där befintlig byggnad närmast järnvägen ämnas användas till konferens, restaurangverksamhet och dylikt. Vidare planeras ett hotell om cirka 16 våningar uppföras bakom den befintliga byggnaden.

Med anledning av planområdets närhet till Västra stambanan behöver risker med transport av farligt gods utredas. Sannolikheter och konsekvenser för olyckor beräknas kvantitativt och resulterar i individ- och samhällsrisknivåer för det aktuella området. Beräkningarna baseras på lokala förutsättningar såsom bland annat persontäthet och förväntat trafikflöde samt planerad bebyggelse. Utifrån beräkningsresultaten värderas risknivåerna utifrån platsspecifika förutsättningar, och om så är motiverat rekommenderas åtgärder som bör vidtas för att reducera risken till acceptabla nivåer.

1.1 Syfte och mål

Denna riskutredning syftar till att utreda om risknivåerna för planerad bebyggelse ligger på acceptabla nivåer med hänsyn till järnvägstrafik på Västra Stambanan, med avseende på risk för olycka med farligt gods.

Målsättningen är att i denna riskutredning presentera den sammantagna risknivån för det aktuella planområdet, samt att vid behov presentera förslag på riskreducerande åtgärder som kan möjliggöra planen och anläggning av önskad betydelse. Utifrån beräknade risknivåer syftar utredningen till att presentera åtgärdsförslag i form av planbestämmelser (om så bedöms lämpligt) vars riskreducerande effekt står i rimlig relation till deras kostnader och genomförbarhet.

I och med detta syftar utredningen samtidigt till att bidra till att detaljplanen möter gällande lagstiftning bland annat vad gäller att säkerställa att hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor (Plan- och bygglag, 2010:900) samt att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö (Miljöbalk, 1998:808)¹.

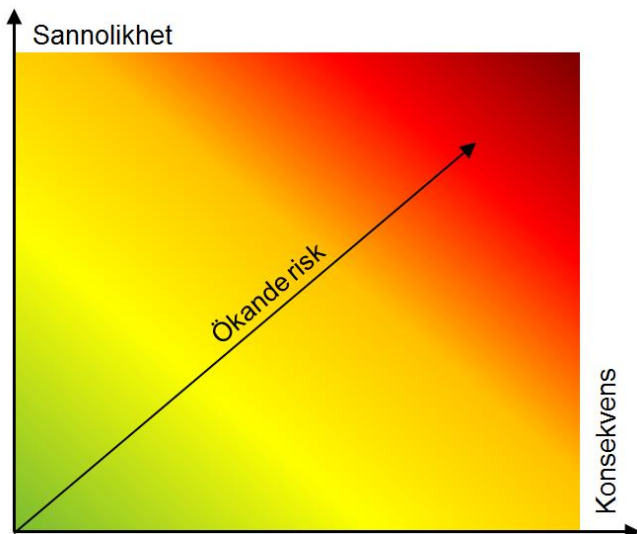
1.2 Metod

1.2.1 Riskbegreppet

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten redovisas som en förväntad frekvens för den oönskade händelsen, och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå.

Figur 1 nedan illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.

¹ Se även avsnitt 2 *Styrande och vägledande dokument*.



Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.2.2 Metodik för riskanalys

Metodiken som används i denna utredning följer riskhanteringsprocessens steg:

- **Riskbedömning** – omfattar riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering
 - Riskidentifiering: inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser.
 - Riskanalys: kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.
 - Riskvärdering: Efter riskanalysen görs en värdering för att avgöra huruvida riskerna kan accepteras eller ej. Som del av riskvärderingen kan även förslag till riskreducerande åtgärder för att sänka riskerna ges.
- **Riskreduktion/riskkontroll** – det sista steget i riskhanteringsprocessen omfattar de beslut som tas kopplat till genomförd riskbedömning och de eventuella åtgärder som bedöms vara nödvändiga för att uppnå en acceptabel risknivå.

Således omfattar riskhanteringsprocessen riskbedömning (riskidentifiering, riskanalys och riskvärdering) samt riskreduktion/riskkontroll.

Riskerna från Västra Stambanan kommer utredas kvantitativt genom att uppskatta sannolikheter och konsekvenser för olycka med farligt gods med hjälp av beräkningar. En kvantitativ riskbedömning innebär att sannolikheter och konsekvenser för en olycka uppskattas med hjälp av beräkningar. Beräkningarna baseras på lokala förutsättningar som persontäthet och förväntat trafikflöde samt nationell statistik för transporter av farligt gods. Beräkningarna kommer att utgå från en trafikprognos för år 2040.

Individrisk beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan antar att en person befinner sig

oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk brukar måttet beskrivas som ett rättighetsbaserat mått. Individrisken presenteras i denna riskutredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan. Individrisk beror alltså endast på riskkällan och påverkas inte av hur den omgivande bebyggelsen ser ut.

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. Vidare påverkas samhällsrisk av hur omgivningen bebyggs/är bebyggd. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersonstätheten.

Samhällsrisk presenteras i ett så kallat F/N-diagram². I diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att olika antal personer omkommer i anslutning till riskkällan.

Beräkningarna görs med Monte Carlo-simuleringar³ i programvaran @Risk⁴, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och genomföra en känslighetsanalys⁵ på ett utförligt sätt. Simuleringar med 2000 iterationer har genomförts i beräkningarna. En mer utförlig beskrivning av beräkningarna finns i bilagorna.

1.3 Avgränsningar

Riskutredningen är avgränsad till risker förknippade med transport av farligt gods på Västra Stambanan förbi det aktuella planområdet. De kvantitativa beräkningarna omfattar olyckor som medför påverkan på människor på sådant sätt att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej.

I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador eller långtgående dominoeffekter av de beaktade olyckorna.

Farligt godsolyckor som orsakas av mänskligt sabotage ingår inte i denna utredning.

Resultatet av riskutredningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras.

² Frequency of accidents / Number of fatalities. På svenska Olycksfrekvens / Antal dödsfall.

³ Viss typ av matematiska algoritmer som bygger på slumpantal. I stället för ett medelvärde för beräkningarna så anges ett intervall och en fördelning där ett slumpmässigt tal inom detta intervall dras. Genom att tillräckligt många simuleringar genomförs fås ett resultat där genomsnittet ger ett rättvisande resultat.

⁴ Utläses på engelska "at risk".

⁵ Analys av hur känslig beräkningen är för förändringar. Där kan det testas att variera olika indata och se hur de påverkar resultatet.

2 Styrande och vägledande dokument

2.1 Plan- och bygglag

Plan- och bygglag (2010:900) omfattar bestämmelser som syftar till att:

”Med hänsyn till den enskilda människans frihet, främja en samhällsutveckling med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden och en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer”
(2010:900, 1 kap. 1 §)

I lagen anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk bland annat lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Boverket sammanfattar hur:

”Hänsyn till hälsa, säkerhet, och risken för olyckor ... är viktiga begrepp i PBL och ingår i de allmänna intressen som regleras i 2 kap. PBL. De allmänna intressena i 2 kap. PBL utgör sådana krav som staten (genom att lagstifta om PBL) anser att kommunen ska ta hänsyn till eller främja, vid beslut om användning av mark och vatten” (Boverket, 2019)

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.

Det är enskilda kommuners angelägenhet att reglera användningen av mark- och vattenresurser inom den egna kommunens gränser. Det är inom ramen för detaljplaneringen som en kommun får bestämma om specifika åtgärder behöver implementeras för att skydda mot olyckor (Plan- och bygglag, 2010:900, 4 kap. 12 §). Plan- och bygglagens 4 kap. 30–37 § föreskriver minimikraven gällande vilka typer av handlingar en detaljplan skall innehålla.

2.2 Miljöbalken

Miljöbalken (1998:808) syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta innebär bland annat att miljöbalken ska tillämpas så att människor och miljön skyddas mot skador. I både Plan- och bygglag (2010:900) och Miljöbalken (1998:808) beskrivs de skyldigheter som finns i en detaljplaneprocess vad gäller att ta hänsyn till planens eventuella påverkan på miljön.

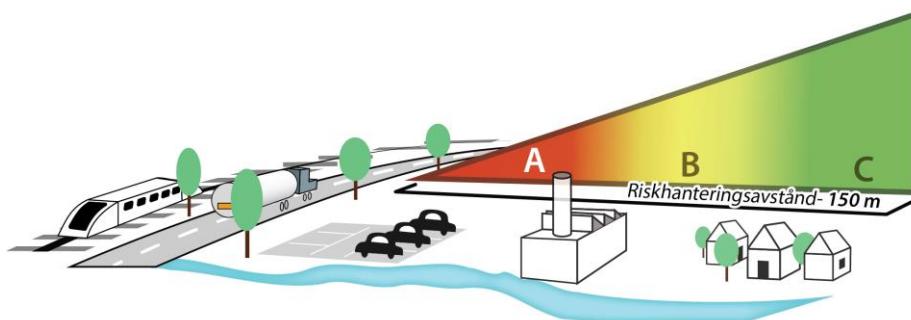
2.3 Rekommendationer från Trafikverket för järnväg

Som stöd i samhällsplanering kring järnvägar har Trafikverket tagit fram publikationen *Transportsystemet i samhällsplaneringen* (Trafikverket, 2020) där ett generellt bebyggelsefritt avstånd från spår på 30 meter (från spårmitt på närmaste spår) till ny bebyggelse rekommenderas:

Ett sådant avstånd ger utrymme för underhållsåtgärder och eventuella räddningsinsatser om det skulle ske en olycka. Det medger också en komplettering av riskreducerande åtgärder vid en förändrad risksituation. Influensområdet för risker kan vara betydligt större än 30 meter, och riskanalyser kan behöva tas fram även för sådant som ligger längre från järnvägen än så. Ett riktvärde att gå efter kan vara att göra riskanalyser för transporter av farligt gods för bebyggelse inom 150 meter från närmaste spårmitt då nya åtgärder planeras (Trafikverket, 2020, s. 85)

2.4 Länsstyrelsens riktlinjer

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län har tagit fram ett gemensamt policydokument för att vägleda hur markanvändning, avstånd till riskkälla samt riskhantering bör beaktas och genomföras i samband med olika planprocesser, inklusive detaljplaner (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006). I denna policy (härefter kallad "länsstyrelsens riktlinjer") delas kvartersmark inom 150 meter från riskkällan in i tre zoner med föreslagen acceptabel markanvändning i relation till risker med transport av farligt gods på väg och järnväg. I zon A, som ligger närmast riskkällan, kan till exempel odling, ytparkering och motionsspår accepteras. I zon B kan till exempel industri, kontor, tekniska anläggningar, sällanköpshandel och sportanläggningar utan betydande åskådarplatser accepteras. I zon C kan typisk "känslig" verksamhet så som till exempel bostäder, centrumverksamhet, skolor, hotell och större idrottsanläggningar accepteras. Med accepteras menas i det här fallet att verksamheten kan planeras utan att riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att få ner risknivån på acceptabla nivåer. Vidare gäller generellt att området närmast riskkällan ska utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.



Figur 2: Illustration av acceptabel markanvändning intill väg eller järnväg där farligt gods transporteras (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006). Grafisk utformning Sweco.

Tabell 1: Zonindelning för Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands riktlinjer vad gäller riskhanteringsavstånd.

Zon A	Zon B	Zon C
Odling	Bilservice	Bostäder
Parkering	Industri	Centrum
Trafik	Kontor	Vård
Friluftsområde, till exempel motionsspår	Lager	Övrig handel
	Friluftsområde, till exempel camping	Kultur
	Övrig parkering	Skola
	Tekniska anläggningar	Hotell och konferens
	Sällanköpshandel	Idrotts- och sportanläggningar (arena eller motsvarande)
	Idrotts- och sportanläggningar utan betydande åskådarpplatser	

Zonindelningen inkluderar inga definitiva avståndsangivelser från riskkälla annat än den bortre gränsen 150 meter från riskkällan, varefter all verksamhet kan planeras utan riskreducerande åtgärder. Avsaknaden av definitiva avstånd från riskkällan innebär att den slutliga riskbedömningen behöver ta hänsyn till lokala faktorer och den riskbild som föreligger i aktuellt planområde. Om detta beskriver länsstyrelsens riktlinjer att:

"Persontäthet och exploateringsgrad är exempel på faktorer som påverkar risknivån [och] en lämplig lokalisering innebär att hänsyn även tas till platsens unika förhållanden så som topografi ... bebyggelsens placering inom planområdet samt dess yttre och inre gränser" (Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006, s. 3)

2.5 Partille kommuns fördjupade översiktsplan för centrala Partille

Inom ramen för Partille kommuns fördjupade översiktsplan för centrala Partille har en preliminär riskbedömning gjorts avseende Kvarteret Kniven. Bedömningen har gjorts på premissen att framtida exploatering av fastigheten utgörs av bostäder, och visar att "det krävs ganska omfattande skyddsåtgärder för att kunna nå ner till en acceptabel risknivå för området men att det kan vara möjligt att lösa dessa frågor" (Partille kommun, 2012, s. 44). Specifika åtgärder för att reducera risken anges inte i den fördjupade översiktsplanen utan ska i stället fastslås när mer konkreta planer på exploatering finns.

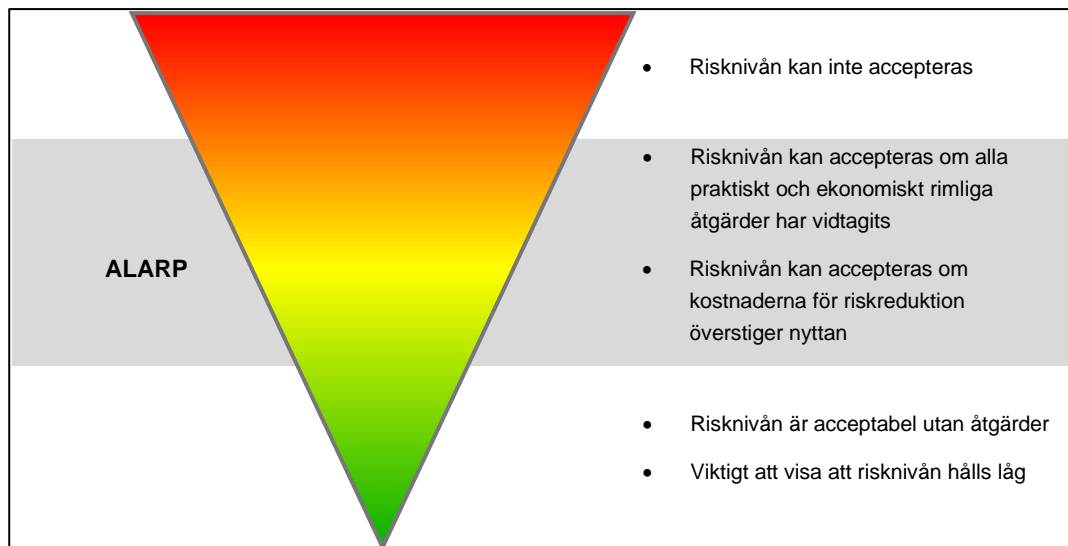
2.6 Värdering av risk

Rapporten "Värdering av risk" (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997) har kommit att bli ett standardverk för svensk riskhantering. I rapporten diskuteras hur risker i samband med fysisk planering ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges.

De fyra principer som presenteras är de som idag används för att värdera risk i Sverige och bör ses som ett svar på samhällets acceptans av vissa risker på grund av att resurserna för att hantera samhällsrisker är inte är oändliga.

- **Rimlighetsprincipen:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter, tjänster etcetera) som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

I rapporten presenteras även ALARP-konceptet⁶, vilket är en vanligt förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer. Figur 3 nedan illustrerar hur risknivån kan förstås som tre områden: ett övre där risken inte kan accepteras alls, ett i mitten där risken kan accepteras om åtgärder vidtas, samt ett nedre där risken kan accepteras utan riskreducerande åtgärder. Det är området i mitten som kallas ALARP-området.



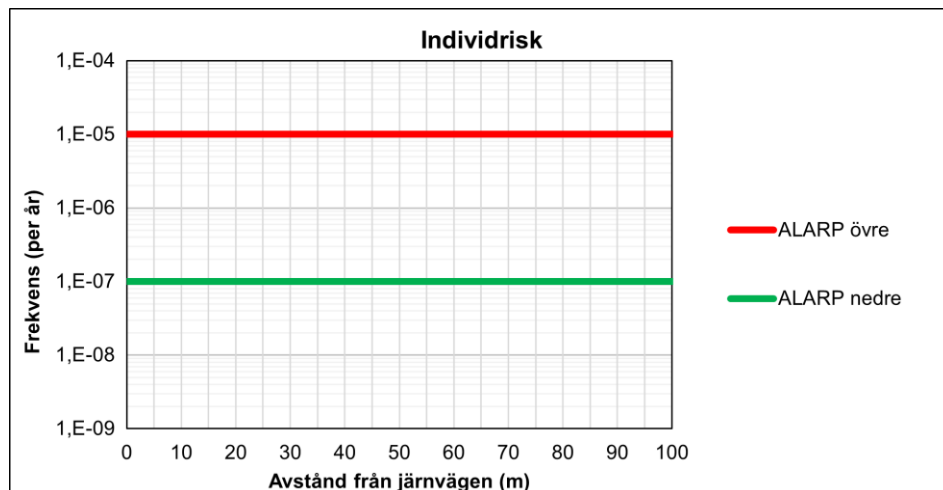
Figur 3: Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk från farlig verksamhet och transporter. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier. Dessa

⁶ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefärligt översatt: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt

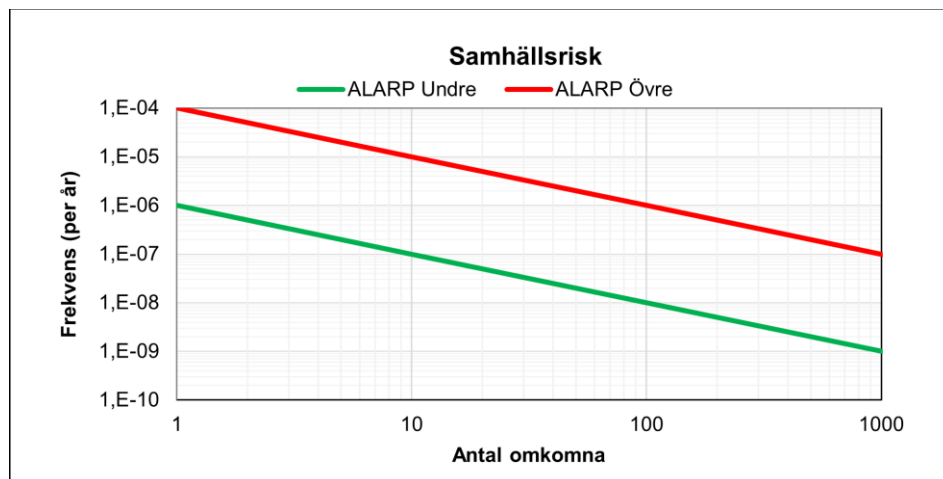
riskkriterier har dock kommit att bli de som regelmässigt används för att värdera risk i Sverige.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år⁷ och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år⁸, se Figur 4 nedan. $1E^{-x}$ är detsamma som 10^{-x} .



Figur 4: Förslag till kriterier för individrisk., där ALARP-området befinner sig mellan sannolikhet på 10^{-5} och 10^{-7} (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997)

För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år och kilometer. En lutning på linje för fler dödsfall föreslås vara -1 .⁹ Sammantaget ger detta kriterier enligt Figur 5 nedan.



Figur 5: Förslag till kriterier för samhällsrisk, där ALARP-området befinner sig mellan 10^{-4} och 10^{-6} för olyckor med ett dödsfall och med en lutning på -1 för olyckor med fler antal omkomna (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997).

⁷ 10^{-5} är ett matematiskt uttryck för 0,00001, det vill säga "en på 100 000".

⁸ 10^{-7} är ett matematiskt uttryck för 0,0000001, det vill säga "en på 10 000 000".

⁹ "En FN-kurva med en angiven lutning av -1 innebär t ex att olyckor med fler fler omkomna har en frekvens som är $1/10$ (eller 10^{-1}) av frekvensen för olyckor med 10 eller fler omkomna." (Davidsson, Lindgren, & Mett, 1997, s. 3 X)

3 Förutsättningar

Denna rapport utreder risker från järnvägen Västra Stambanan som passerar planområdet Kvarteret Kniven. Specifikt utreds risken för olycka med transport av farligt gods på järnväg. Västra Stambanan utgör primär rekommenderad led för transport av farligt gods (Trafikverket, 2023).

Kvarteret Kniven är beläget intill Partille järnvägsstation, och avgränsas av Stationsvägen och Västra Stambanan i norr, och Sävån i söder. Stationsvägen utgör inte rekommenderad väg för farligt gods, och enligt erhållen information görs inga regelbundna transporter på vägen, varför endast Västra Stambanan beaktas i denna utredning. Inte heller väg E20 beaktas ur ett farligt gods-risikperspektiv, detta då avståndet mellan E20 och aktuellt planområde är större än de 150 meter som anges som riskhanteringsavstånd i Länsstyrelsen riktlinjer (se avsnitt 2.4).

Idag finns en befintlig byggnad på fastigheten Kvarteret Kniven, resterande del utgörs av hårdgjorda ytor och närmast Sävån finns även stråk med grönytor. Föreliggande utredning utgör del i arbetet med att ta fram en ny detaljplan för Kvarteret Kniven. Den nya detaljplanen syftar till att skapa ny centrumverksamhet i nära anslutning till järnvägsstationen. Befintlig byggnad planeras bevaras och rustas upp. Exakt vilken eller vilka verksamheter som byggnaden kommer inhysa är ännu inte fastslaget, men övergripande rör det sig om till exempel konferensanläggning, restaurang, mikrobryggeri, med mera. Inga bostäder planeras i den befintliga byggnaden. Det finns även planer på att möjliggöra vistelse på taket till befintlig byggnad, i form av en takterrass.

I mitten av fastigheten planeras ett nytt hotell i flera våningar uppföras, där de nedre våningsplanerna skyddas av befintlig bebyggelse. Även andra verksamheter ska rymmas i den färdiga byggnaden. Inga bostäder planeras dock. Figur 6 nedan ger en översiktlig bild över planområdet. Kortaste avstånd mellan befintlig byggnad och järnväg är 20,4 meter. Kortaste avstånd mellan tilltänkt ny byggnad av ökad volym (hotell) och järnväg är cirka 52,5 meter. Avstånd mäts mellan fasad och närmaste spårmit.



Figur 6: Aktuell planområde markerat med röd streckning. Ungefärlig placering av tiltänt byggnad av ökad volym (hotell) markerad i blå streckning/ljusblå skuggning. Ungefärliga avstånd mellan bebyggelse och järnväg illustrerade med breda gula linjer. © Lantmäteriet Min Karta, modifieringar av Sweco baserade på underlag från Partille Kommun

Den befintliga byggnaden är den som löper parallellt med Västra stambanan/Stationsvägen. Byggnadens fasad är utförd i tegel med inslag av plåt. Planen är att bibehålla denna fasaduppbyggnad.

Topografin på platsen är mycket flack, dock med järnvägen något upphöjd på banvall. Området mellan banvall och befintlig bebyggelse utgörs av hårdgjorda ytor, då bilvägen Stationsvägen med trottoar löper parallellt med järnvägen. Trottoaren är något upphöjd jämfört med bilvägen och hindrar i viss mån vätska från att rinna in mot fasaden, se Figur 7 nedan.



Figur 7: Stationsvägen, med järnvägen Västra stambanan till vänster och befintlig byggnad på aktuellt planområde till höger. © Google 2023

Enligt Trafikverkets tjänst Nationell Järnvägsdatabas på webb (NJDB) utgörs järnvägssträckan norr om planområdet av rakspår utan växlar. Närmaste växlar befinner sig cirka 800 meter öster om aktuellt planområde (Trafikverket, 2023).

4 Riskbedömning

4.1 Riskidentifiering

Det riskobjekt som beaktas i föreliggande utredning är järnvägen Västra Stambanan, som är en järnväg där farligt gods transporteras. Som riskkälla beaktas trafik på järnvägen.

Utifrån detta utreds risken för olycka med transport av farligt gods och en sådan olyckas påverkan på planområdet. Nedan redogörs för risken i allmänna ordalag. I avsnitt 4.2 genomförs en analys utifrån det aktuella planområdet.

4.1.1 Olycka med transport av farligt gods

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

Angående olyckor med farligt gods skriver dåvarande Banverket och Räddningsverket följande i rapporten Säkra järnvägstransporter av farligt gods:

Olyckor med farligt gods på järnväg är i grunden järnvägsolyckor. För att en olycka ska klassificeras som farligt godsolycka ska järnvägsolyckan även förorsaka en olycka med det farliga godset, till exempel utsläpp eller explosion. På grund av de stränga hållfasthetskrav som gäller för järnvägsfordon är det mycket sällsynt att farliga ämnen läcker ut vid olyckor (Banverket & Räddningsverket, 2004, s. 12)

Mellan år 2006 och 2012 inträffade 296 olyckor med farligt gods i Sverige. Endast 9% av dessa inträffade på järnväg (Banverket & Räddningsverket, 2004). Därmed är sannolikheten för en olycka med farligt gods på järnväg mycket liten, konsekvenserna kan dock bli stora. Omfattningen på konsekvenserna beror till stor del på vilket ämne som läcker ut.

MSB ger ut föreskrifter för transport av farliga ämnen, för järnväg benämns dessa RID-S (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2020). Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport. Klassificering av ämnena enligt RID-S illustreras i Tabell 2 nedan.

Tabell 2: Klassificering av farligt gods på järnväg enligt RID-S.

Klass	Farligt gods
1	Explosiva ämnen och föremål
2	Gaser
3	Brandfarliga vätskor
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
4.2	Självantändande ämnen
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
5.1	Oxiderande ämnen
5.2	Organiska peroxider
6.1	Giftiga ämnen
6.2	Smittförande ämnen
7	Radioaktiva ämnen
8	Frätande ämnen
9	Övriga farliga ämnen och föremål

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2 (gaser)¹⁰, 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser på så långa avstånd att det är relevant avseende fysisk planering intill transportleden. Anledningen till att övriga klasser inte analyseras beskrivs i bilagorna.

I Räddningsverkets och Banverkets rapport "Säkra järnvägstransporter av farligt gods" (2004) beskrivs vilka konsekvenser några av dessa farligt gods-klasser kan ge upphov till:

- **Explosiva gaser** kan orsaka brand, splitter och tryckvåg. Människor kan få dödliga skador på över hundra meters avstånd från olycksplatsen. Tryckvågor kan radera byggnader på ett långt avstånd från olycksplatsen.
- **Brandfarliga gaser** kan orsaka jetflammar alternativt, om gasen inte antänds direkt, större gasmoln som kan driva och antändas längre bort från olycksplatsen.
- **Brandfarliga vätskor** i oskadade tankvagnar kan hettas upp om de utsätts för yttre brand, vilket kan leda till en stor explosion med efterföljande eldklot och värmestrålning (så kallad BLEVE). Den allra vanligaste olyckan med brandfarlig vätska är dock utsläpp och antändning av vätskepöl.
- **Giftiga gaser** kan bilda gasmoln som kan röra sig långa sträckor och därmed utgöra en fara långt bort från olycksplatsen. Koncentrationerna kan vara dödliga även när gasmolnet färdats flera kilometer.

¹⁰ I de uppdaterade föreskrifterna för RID-S från 2021 har de tre tidigare klasserna 2.1 (brandfarliga gaser), 2.2 (icke giftiga, icke brandfarliga gaser) samt 2.3 (giftiga gaser) slagits samman till klass 2 (gaser).

Det uppskattas att ungefär ¼ av den totala mängden farligt gods som transporteras på väg och järnväg i Sverige utgörs av oljebaserade produkter, så som till exempel bil- och flygplansbränsle (Trafikverket, 2014, s. 4).

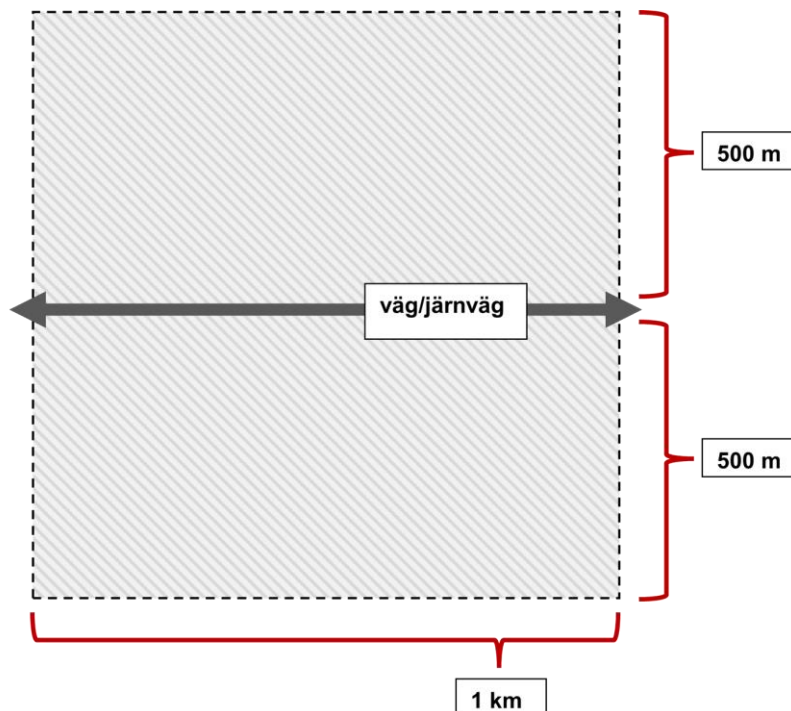
4.2 Riskanalys

För de beräkningar som görs inom ramen för denna utredning används en uppsättning standardparametrar. Bland annat används årsmedeldygnstrafik (ÅDT), största tillåtna hastighet (STH) för gods- respektive persontåg, persontäthet samt det kortaste avståndet mellan spårmittpunkt och närmaste bebyggelse. I Tabell 3 sammanfattas specifika indata för några av de standardparametrar som används.

Indata avseende trafikmängd (ÅDT) används ÅDT för prognosår 2040. Information är hämtad från Trafikverkets trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning (Trafikverket, 2022) för linjedel Alingsås-Olskroken.

Indata avseende största tillåtna hastighet (STH) har inhämtats från Trafikverkets databas *NJDB på webb* (Trafikverket, 2023).

Persontäthet avser antalet personer som befinner sig på en yta av 1 km². För att uppskatta persontätheten för ett område studeras ytan 500 meter på vardera sida om 1 kilometer av järnvägssträckan i fråga. Detta illustreras i Figur 8 nedan där den skuggade ytan representerar en yta av 1 km².



Figur 8: Persontätheten uppskattas genom att studera bebyggelsen inom den närmaste kvadratkilometern från aktuellt planområde. Persontätheten uttrycks som x antal personer per km².

För att skatta den genomsnittliga persontätheten för respektive delsträcka har Lantmäteriets Geodatatjänst använts, där dataset "PD.Befolkningsfördelning.Totalbefolkning" har applicerats (Lantmäteriet, 2021). Lantmäteriets Geodatatjänst visar dock antal personer per km² genom ett fixerat rutnät vilket gör att inga definitiva persontätheter kan utläsas enbart ifrån

denna tjänst. Som komplement har befintlig bebyggelse längs respektive delsträcka studerats i Lantmäteriets webbtjänst "Min karta" (Lantmäteriet, 2022) samt SCB:s statistik över genomsnittligt antal personer per boendetyper (SCB, 2018) har informationen från Lantmäteriets Geodatatjänst nyanserats för respektive delsträcka. Vidare beaktas befolkningstätheten i Jonsered tätort, vilken enligt SCB utgjordes av 787 personer år 2020 (SCB, 2021). Slutligen har information erhållits från beställaren angående uppskattat antal personer som kommer vistas i byggnaderna enligt den planerade nya detaljplanen. Detta tas i beaktande när uppskattning av persontätheten i området görs.

Som beskrevs i avsnitt 1.2.2 "Metodik för riskanalys" tar samhällsrisikberäkningarna hänsyn till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Individrisken, å andra sidan, tar inte hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av järnvägen i snitt utan antar att en person befinner sig oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Detta gör att förändringar i persontätheten (vilket undersöks i känslighetsanalysen i avsnitt 4.3.1) endast påverkar samhällsrisiknivån. I avsnitt 4.3.1 genomförs en känslighetsanalys med avseende på ökad persontäthet.

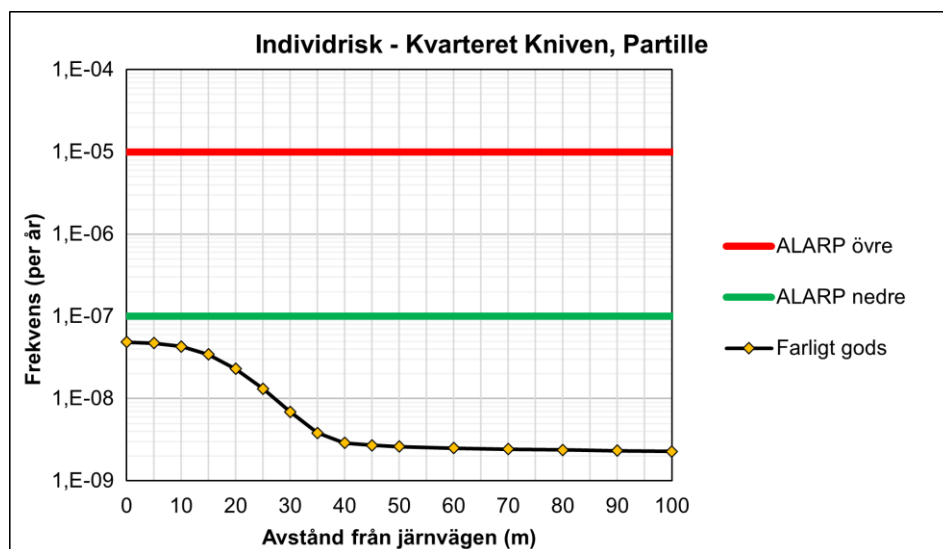
Slutligen används två avståndsbaserade parametrar: "bebyggelsefritt avstånd" samt "område inom vilket inga personer förväntas befinna sig". Generellt för järnväg antas att inga personer förväntas befinna sig inom 10 meter från spårmittpunkt. Bebyggelsefritt avstånd innebär det avstånd mellan spårmittpunkt och närmaste befintlig bebyggelse där det förutsätts att inga personer vistas stadigvarande. I föreliggande utredning är detta avstånd 20,4 meter.

En kort sammanställning av indata för beräkningarna presenteras i Tabell 3 nedan. Beräkningsunderlaget redovisas mer utförligt i kapitel 3 och detaljer kring frekvensberäkningar och konsekvensavstånd finns i bilagorna.

Tabell 3: Beräkningsunderlag avseende Kvarteret Kniven, Partille. Sammanställning av beräkningsunderlag för några av de parametrar som används för beräkningen.

Parametrar	Indata
ÅDT ¹¹ godståg, prognos 2040	44,1
STH ¹² godståg	140 km/h
ÅDT persontåg, prognos 2040	226,2
STH persontåg	160 km/h
Bebyggelsefritt avstånd ¹³	20,4 meter
Område inom vilket inga personer förväntas befinna sig ¹⁴	10 meter
Persontäthet inom bebyggelsefritt avstånd	50 personer per km ²
Persontäthet inom den närmaste kvadratkilometern	2000 personer per km ²

Resultatet från beräkningarna av individrisk vid planområdet, Kvarteret Kniven, redovisas i **Fel! Hittar inte referenskölla.** nedan **Fel! Hittar inte referenskölla.** Beräkningarna visar att individrisken avseende transport av farligt gods ligger under ALARP-områdets nedre gräns. Det innebär att individrisknivån är acceptabel och att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas.



Figur 9: Individrisknivån för Kvarteret Kniven, Partille. Ur figuren kan utläsas att risknivån befinner sig under ALARP-områdets nedre gräns och att individrisknivån därmed är acceptabel.

Resultatet av beräkningen för samhällsrisk i **Fel! Hittar inte referenskölla.** Figur 10 nedan visar att samhällsrisknivån för den planerade bebyggelsen i Kvarteret Kniven är under ALARP-områdets nedre gräns för olyckor avseende farligt gods oavsett antal omkomna. Samhällsrisken är med andra ord acceptabel. Detta

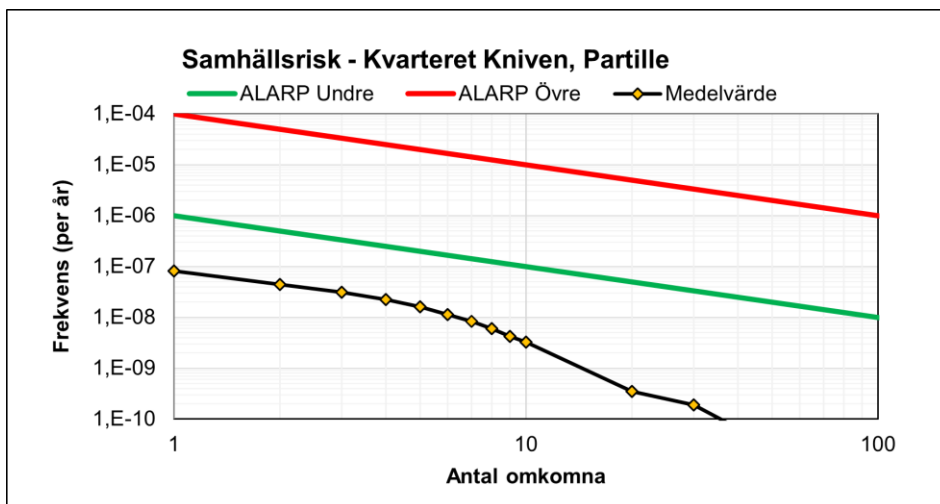
¹¹ ÅDT står för "årsmedeldygnstrafik" och är ett genomsnittligt värde på den mängd fordon som kan förväntas på en järnvägssträcka under ett dygn.

¹² STH står för "största tillåtna hastighet"

¹³ Avser kortaste avstånd mellan järnväg och bebyggelse (ny eller befintlig) som omfattas av riskutredningen.

¹⁴ Skiljer sig från "bebyggelsefritt avstånd" då det här inte förväntas befinna sig några personer alls. I utredningar som avser järnväg finns till exempel ofta spårtekniska åtgärder som gör att inga personer förväntas befinna sig inom 5 meter från spår.

innebär att den tillkommande bebyggelsen och den förändrade verksamheten i befintliga byggnader inte bidrar till att den övergripande risken för människor som bor i området blir oacceptabel. Samhällsrisikberäkningen utgår vad gäller persontäthet från ett antagande om maximal planerad personbelastning på det nya hotellet och de nya verksamheterna i den befintliga byggnaden. I verkligheten antas antalet personer som befinner sig samtidigt på planområdet vara betydligt färre. Att utgå ifrån maximal belastning innebär att göra en konservativ bedömning för att ta höjd för osäkerheter i beräkningsmodell och beräkningsparametrar. I avsnitt 4.3.1 genomförs en känslighetsbedömning avseende persontäthet för att ytterligare beakta möjliga fluktuationer i antalet personer som vistas inom planområdet.



Figur 10: Samhällsrisiknivå för Kvarteret Kniven, Partille. Ur figuren kan utläsas att risknivån befinner sig under ALARP-områdets nedre gräns och att samhällsrisiknivån därmed är acceptabel.

4.3 Riskvärdering

Beräkningarna är baserade på ett bebyggelsefritt avstånd om 20,4 meter mellan närmaste spårmitt på Västra Stambanan och den planerade bebyggelsen. Detta innebär att de risknivåer som illustreras i avsnitt 4.2.1 ovan baseras på att ingen ny bebyggelse planeras inom detta avstånd.

Inom ramen för den nya detaljplanen för Kvarteret Kniven planeras, som beskrivits i avsnitt 3, dels för ombyggnation och ny användning av den befintliga byggnaden närmast Västra Stambanan, dels för uppförande av en ny hotellbyggnad i flera våningar.

Beräkningarna visar att både individ- och samhällsrisiknivån är acceptabel. Det innebär att inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att människors hälsa och säkerhet skall kunna anses tillgodosedd. En viktig faktor till de låga risknivåerna är acceptabla trots det relativt korta avståndet mellan järnvägen och närmaste byggnad inom planområdet är att Västra stambanan på den aktuella sträckan förbi planområdet inte har några växlar. Växlar är annars en faktor som bidrar till en förhöjd risk för urspårning vilket är ett olycksscenario som kan leda till en farligt gods-olycka.

En parameter som medför stora osäkerheter i beräkningarna är "persontäthet inom den närmaste kvadratkilometern". I föreliggande utredning är indata för denna parameter satt till 2000 personer/km². I denna skattning har hänsyn

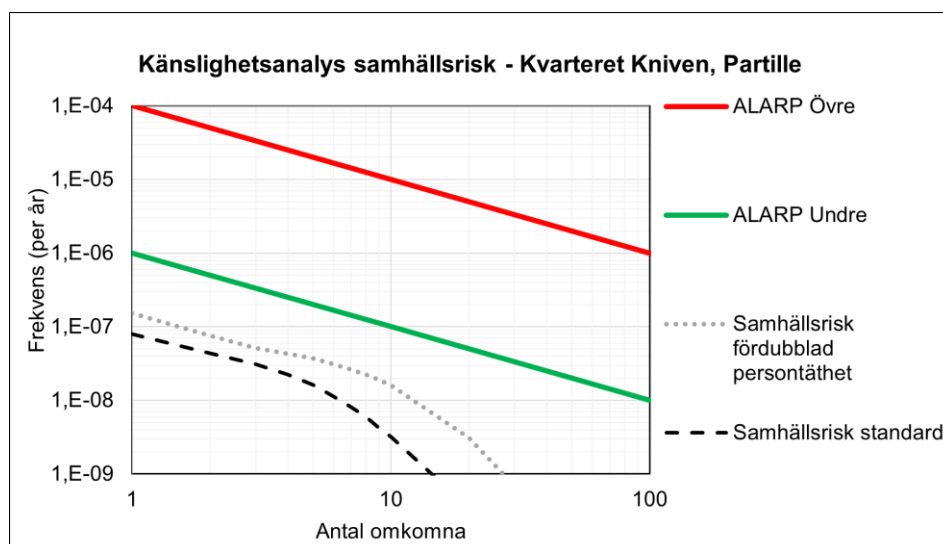
tagits till ökad persontäthet i området till följd av den planerade nya bebyggelsen och förändrade verksamheterna inom planområdet. För att belysa osäkerheterna i nämnd parameter görs dock en känslighetsanalys, se avsnitt 4.3.1 nedan.

4.3.1 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata för parametern "persontäthet inom den närmaste kvadratkilometern" påverkar resultatet. Detta har gjorts genom att upprepa beräkningen med en persontäthet på 4000, det vill säga en fördubblad persontäthet. I övrigt har inga förändringar i indata gjorts. På samma sätt som för standardberäkningen i avsnitt 4.2 har känslighetsanalysen genomförts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar¹⁵.

Det bedöms motiverat med en sådan känslighet dels då antaganden kring persontäthet i sig är förknippade med osäkerheter, dels då antalet personer som kommer befinna sig på planområdet bedöms fluktuera över dygn och säsong. Syftet med känslighetsanalysen är således att säkerställa att risken för en olycka med transport av farligt gods inte underskattas.

Känslighetsanalysen illustreras i Figur 11 nedan.



Figur 11: Känslighetsanalys av samhällsrisknivån för Kvarteret Kniven, Partille.

Ur figuren kan utläsas att även vid en fördubblad persontäthet (det vill säga 4000 personer/km² i stället för 2000 personer/km²) är samhällsriskens fortsatt acceptabel. Att persontätheten i området skulle uppgå till 4000 personer/km² bedöms i sig som mindre sannolikt. Känslighetsanalysen föranleder därför inga förändringar i värderingen av risk i avsnitt 4.3.

4.4 Osäkerheter

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser. Att använda beräkningsmodeller är en

¹⁵ Se avsnitt **Fel! Hittar inte referenskälla.** för mer information om denna metodik.

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

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

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

4.4.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

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

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

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

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. Fram tills dess är förmodligen trafikmängden lägre för väg, framför allt avseende godstransporter (Backman, 2021). Detta beror enligt Backman (2021) på flera anledningar, men att elektrifiering på väg är en betydande faktor. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver

beräkningarna ta höjd för den trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar användning av prognosår för sina vägar och järnvägar, men det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder längre fram i tiden.

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

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

Att 100 % omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här är det så att sannolikheten avtar med avståndet, men att det av praktiska skäl förenklats till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet. Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom det överskattar risken på längre avstånd. I rekommendationerna tas viss hänsyn till detta genom att utgå från att skyddsavstånd har betydelse för många händelser, även om det inte får så stort genomslag i denna modell.

5 Samlad bedömning och riskreducerande åtgärder

Olyckor med farligt gods kan medföra stor negativ omgivningspåverkan, men inträffar i verkligheten mycket sällan. Denna riskutredning har redogjort för järnväg Västra stambanan som riskobjekt avseende transport av farligt gods. Riskerna för det nya planområdet Kvarteret Kniven har utretts kvantitativt genom att risknivåer för individ- och samhällsrisk har beräknats i programmet @Risk. Resultaten visar att både individ- och samhällsrisknivån ligger under det området som kallas As Low As Reasonably Practicable (ALARP), vilket innebär att risknivåerna kan accepteras och att inga riskreducerande åtgärder är motiverade.

För att undersöka hur förändringar i den känsliga parametern "persontäthet inom den närmaste kvadratkilometern" påverkar risknivån har en känslighetsanalys genomförts, där en fördubblad persontäthet har prövats. Parametern påverkar endast samhällsrisknivån, och känslighetsanalysen visar att även vid en fördubblad persontäthet inom den närmaste kvadratkilometern är samhällsrisknivån acceptabel. Scenariot att persontätheten skulle fördubblas gentemot den redan konservativt antagna uppskattningen föranleder således ingen förändrad riskvärdering.

Sammantaget bedöms således att **inga riskreducerande åtgärder behöver vidtas** för att Plan- och bygglagens (2010:900) och Miljöbalkens (1998:808) krav på hänsyn till människors hälsa och säkerhet säkerställs.

Vad gäller den befintliga byggnaden närmast järnvägen rekommenderas dock att se över möjligheten att möjliggöra utrymning i en riktning bort från järnvägen. Utifrån använda riskkriterier och resultat av beräkningarna skall detta dock endast övervägas om det inte bidrar till ökade kostnader i projektet.

Den samlade bedömningen ovan gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras.

Referenser

- Backman, M. (den 7 10 2021). Kapacitetsanalytiker Järnväg, Trafikverket. (J. Paulsson, Intervjuare)
- Banverket & Räddningsverket. (2004). *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*.
- Bergensund, A. (2017). *Risicanalysmetoder för höghastighetsjärnväg. Utvärdering av risicanalysmetoder och säkerhetsavstånd för tillämpning på höghastighetsjärnväg*. Teknisk- naturvetenskaplig fakultet . Uppsala Universitet.
- Boverket. (2019). *Begreppen hälsa, säkerhet och risk i PBL*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken - en handbok om plan- och bygglagen: [https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/begreppen-halsa-sakerhet-och-risk-i-pbl/\[2022-03-11\]](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/halsa-sakerhet-och-risker/begreppen-halsa-sakerhet-och-risk-i-pbl/[2022-03-11])
- Davidsson, G., Lindgren , M., & Mett , L. (1997). *Värdering av risk*. Räddningsverket.
- Finansdepartementet. (2010:900). Plan- och bygglag. SFS 2010:900.
- Lantmäteriet. (2021). *Geodata - PD.Befolkningsfördelning.Totalbefolkning*. Hämtat från https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/search?resultType=swe-details&_schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=20&fast=index&_content_type=json&sortBy=relevance&or=befolkning
- Lantmäteriet. (2022). *Lantmäteriet - Min Karta*. Hämtat från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Liu, X., Saat, M., & Barkan, C. (2012). Analysis of Causes of Major Train Derailment and Their Effect on Accident Rates. *Transportation Research Record*, 2289(1), 154-163. doi:<https://doi.org/10.3141/2289-20>
- Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen. Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Miljödepartementet. (1998:808). Miljöbalk. SFS 1998:808.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2020). RID-S 2021 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg. *MSBFS 2020:10 föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (RID-S)*. Hämtat från <https://www.msb.se/sv/regler/gallande-regler/transport-av-farligt-gods/msbfs-202010/>

- Partille kommun. (2012). *Fördjupad översiktsplan för centrala partille - miljökonsekvensbeskrivning*. Partille kommun - Samhällsbyggnadskontoret.
- SCB. (2018). *Vanligast för barn att bo i småhus*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>
- SCB. (2021). *Statistiska tätorter 2020, befolkning, landareal, befolkningstäthet per tätort*. Statistiska Centralbyrån. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/pong/tabell-och-diagram/statistiska-tatorter-2020-befolkning-landareal-befolkningstathet-per-tatort/>
- Sveriges Kommuner och Landsting. (2012). *Transporter av farligt gods. Handbok för kommunernas planering*.
- Trafikanalys. (2021). *Bantrafikskador 2021*. Trafikanalys. Hämtat från <https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafikskador/>
- Trafikverket. (2014). *Säkra transporter av farligt gods*. Hämtat från https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10630/RelatedFiles/100692_Sakra_transporter_av_farligt_gods.pdf
- Trafikverket. (2020). *Transportsystemet i samhällsplaneringen*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1466488/FULLTEXT01.pdf>
- Trafikverket. (2022). *Trafikuppgifter järnväg T22 och bullerprognos 2040*. Trafikverket. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>
- Trafikverket. (2023). *NJDB på webb*.

Bilaga A

Frekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning Partille, kv. Kniven
Uppdragsnummer: 30053954
Kund: Partille kommun
Datum: 2023-03-08
Upprättad av: Elvira Sörman Laurien

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
2	Händelseförlopp för olika typer av farligt gods	3
2.1	Explosiva ämnen (RID 1)	3
2.2	Tryckkondenserade gaser (RID 2)	4
2.3	Brandfarliga gaser (RID 2.1)	4
2.4	Giftiga gaser (RID 2.3)	5
2.5	Brandfarliga vätskor (RID 3).....	6
2.6	Oxiderande ämnen och organiska peroxider (RID 5.1 och 5.2).....	6
3	Frekvensberäkningar för järnväg.....	7
3.1	Urspåring.....	7
3.1.1	Utsläpp vid urspåring.....	9
3.2	Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg	9
4	Referenser.....	11

1 Inledning

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

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

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

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

2 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

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

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

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

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

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

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.

2.2 Tryckkondenserade gaser (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.

2.3 Brandfarliga gaser (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°.

2.4 Giftiga gaser (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 samt hålstorlek är desamma som för brandfarliga gaser. Beräkningarna 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 det 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 få. Klor tillverkas fortfarande i Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

2.5 Brandfarliga vätskor (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 och 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 giftig gas ovan.

2.6 Oxiderande ämnen och organiska peroxider (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 (RID-klass 5.2) 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 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 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.

3 Frekvensberäkningar för järnväg

3.1 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} gånger per tågakilometer (oavsett hastighet och tågtyp)

Enligt UIC (2002) kan det antas att sannolikheten för urspårning är 10 gånger större för godståg.

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 $8,5 \times 10^{-7}$ gånger per tågakilometer i stationsområden med växlar
- ca $8,5 \times 10^{-8}$ gånger per tågakilometer på rakspår och kurvspår i övrigt.

För beräkningarna i Partille 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	44,1	35-53
Antal persontåg	226	181-271
Antal dygn med trafikering per år	360	360-365
Antal vagnar per tåg	40	33-47
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-9}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg för planområdet i Partille (på 1 km) blir då $1,36 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 733 år.

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

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

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

Vilket ämne som finns i en vagn som spårar ur baseras på fördelningen mellan olika godsklasser. Då denna information är konfidentiell och uppgifter inte varit möjliga att ta del av för den aktuella bandelen, har därför 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 vid det aktuella planområdet $1,41 \times 10^{-4}$ gånger per år, vilket motsvarar ca en olycka på 7 000 år, fördelat över RID-klasserna enligt Tabell A-2.

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

	Västra Stambanan Kvarteret Kniven
RID 1 – Explosiva ämnen	~ 0
RID 2.1 - Brandfarlig gas	$1,13 \times 10^{-7}$
RID 2.3 - Giftig gas	$3,79 \times 10^{-8}$
RID 3 - Brandfarlig vätska	$4,95 \times 10^{-6}$
RID 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$7,44 \times 10^{-6}$

3.1.1 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 mer sannolikt 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.

3.2 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 vid aktuellt planområde.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,01	0,3	1	0
2.1	Jetflamma	10	20	30	$2,26 \times 10^{-8}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$5,19 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$3,06 \times 10^{-10}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$3,78 \times 10^{-8}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$8,25 \times 10^{-8}$
	Pölbrand	10	20	30	$9,9 \times 10^{-7}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	$3,53 \times 10^{-9}$
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$2,36 \times 10^{-9}$

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

4 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). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala.*
- Fredén. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen.* Banverket, Miljösektionen, Rapport 2001:5.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods.*
- INEOS Sverige AB. (2014). *Miljörapport 2013.*
- International Union of Railways (UIC). (2002). *UIC Code 777-2: Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.*
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail.*
- Sweco. (2016). *Risikutredning Riddersvik studentbostäder.*
- Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande 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

Uppdrag: Riskutredning Partille, kv. Kniven
Uppdragsnummer: 30053954
Kund: Partille kommun
Datum: 2023-03-08
Upprättad av: Elvira Sörman Laurien

Innehållsförteckning

1	Inledning	3
1.1	Typ av utbredning	3
1.2	Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd	3
1.3	Riskberäkning för urspårning	4
1.4	Beräkning av areor för samhällsrisk	5
1.5	Persontäthet	5
1.6	Sannolikhet att omkomma inne/ute	6
2	Sammanställning över konsekvensavstånd	6
3	Förväntat antal omkomna per scenario	8
4	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	9
5	Referenser	10
	Appendix	Fel! Bokmärket är inte definierat.

1 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.

1.1 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.

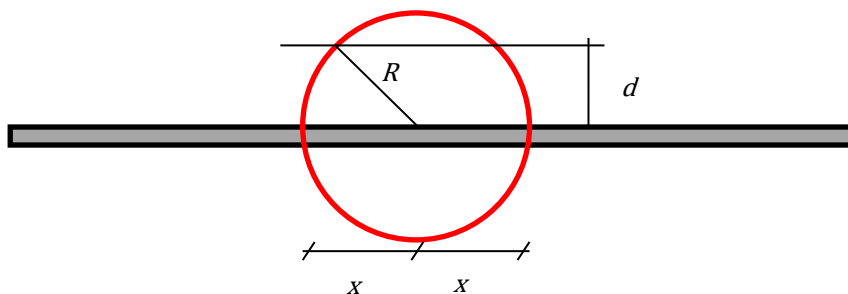
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

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

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

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

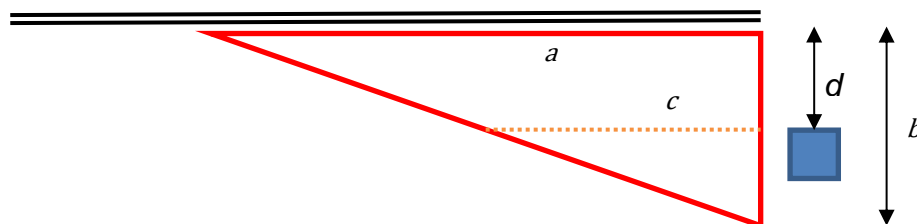


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

1.3 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.

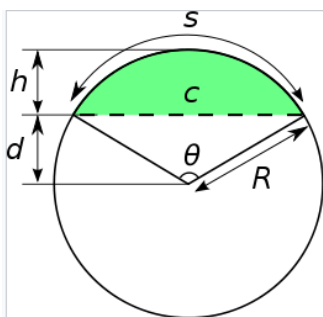
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

1.4 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 1.5.

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.

1.5 Persontäthet

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

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

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

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

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Järnväg Persontäthet per km ²
0 – 20,4 m	100 %	0 %	100 %	0 %	50
Bortom skyddsavstånd	10 %	90 %	2 %	98 %	2000

¹ Källa till Holländska riktlinjer.

1.6 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 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. Vid det givna konsekvensavståndet för att omkomma utomhus är det dock inte 100% sannolikt att en person inomhus omkommer. Sannolikheten anges i tabellen.

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

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

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

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

2 Sammanställning över konsekvensavstånd

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

Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP,

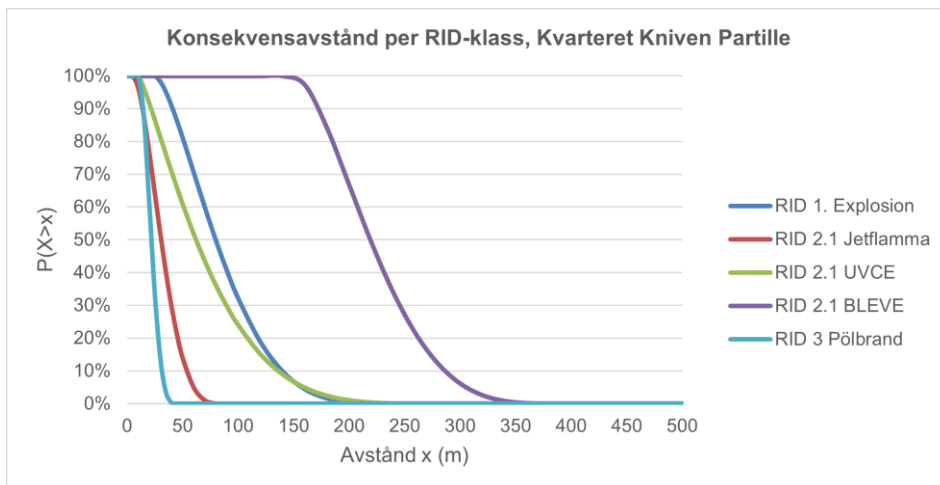
2016) (BRIAB, 2016) (Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarioer uppskattats (för järnväg se Tabell B-4, för väg se Tabell B-5). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

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

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

3 Förväntat antal omkomna per scenario

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

Tabell B-5. Förväntat antal omkomna för respektive scenario med en persontäthet på 2000 personer/km² räknat med bebyggelsefritt 20,4 m (närmaste avstånd mellan Västra stambanan och planområdet).

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde), både inom- och utomhus Bebyggelsefritt 20 m
1	Explosion, raserade byggnader	15
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	1
2.1	BLEVE	34
	Jetflamma	1
	Gasmolnexplosion - och brand	1
2.3	Giftigt gasmoln	4
3	Pölbrand	0
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0
5	Explosion	5
	Brand	0

4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

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

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

RID-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella området 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.

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

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

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

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

5 Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risakanalys 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.*