

Riskutredning gång- och cykelväg, Stenungsund

Utredning avseende risker med farligt gods på
Bohusbanan



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
0.1	2023-08-21			
0.1	2023-08-22	Interngranskning	Oscar Lindén	
1	2023-09-07	Justerad granskningshandling		
1.1	2023-09-19	Original		Elvira Sörman Laurien

Kontaktuppgifter:

Uppdragsledare och handläggare:

Elvira Sörman Laurien

elvira.sormanlaurien@sweco.se

+46 72 190 15 03

Ombud/Interngranskare:

Oscar Lindén

oscar.linden@sweco.se

+46 73 074 87 74

Beställare:

Stenungsunds kommun

Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Riskutredning Farligt gods, GC-väg Stenungsund
Uppdragsnummer	30060545
Kund	Stenungsunds kommun
Upprättad av	Elvira Sörman Laurien
Datum	2023-09-19
Ver	1.1

Innehållsförteckning

	Sammanfattning	4
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 Länsstyrelsens riktlinjer.....	9
	2.4 Värdering av risk	10
3	Förutsättningar	13
	3.1 Områdesbeskrivning	13
	3.2 Skyddsvärt objekt.....	16
4	Riskbedömning.....	17
	4.1 Riskidentifiering.....	17
	4.1.1 Olycka med transport av farligt gods	17
	4.1.2 Urspåring	19
	4.2 Riskanalys	19
	4.2.1 Känslighetsanalys.....	21
	4.3 Osäkerheter.....	23
	4.3.1 Förenklningar, antaganden och avgränsningar	23
	4.4 Riskvärdering	24
5	Riskreduktion/riskkontroll	26
6	Referenser.....	27

Bilaga A – Frekvensberäkningar

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

Sammanfattning

Stenungsunds kommun planerar bygga en ny gång- och cykelväg längs Bohusbanan söder om Stenungsunds centrum med syfte att erbjuda en säker och gen väg för fotgängare och cyklister som rör sig mellan Solgårdsvägen och Södra vägen, eftersom järnvägsövergångarna vid respektive väg har stängts på grund av flertalet olyckor. På grund av befintlig topografi och järnvägsnära fastigheter är det endast möjligt att bygga GC-vägen i direkt parallell anslutning till Bohusbanan, vilket kräver en ny detaljplan för området. Med anledning av vägens planerade sträckning direkt intill järnvägen behöver planens lämplighet prövas vad gäller risker för människors säkerhet och hälsa.

Föreliggande utredning undersöker och bedömer därför risker för cyklister och fotgängare på den nya GC-banan i relation till järnvägstrafik på Bohusbanan. Riskanalysen syftar till att utreda risknivåerna för den planerade GC-vägen söder om Stenungsund centrum och att vid behov presentera förslag till riskreducerande åtgärder.

Utredningen genomförs kvantitativt vilket innebär att beräkningar genomförs. I Stenungsund finns flera företag verksamma inom kemiindustrin som transporterar farligt gods på Bohusbanan, vilket tas hänsyn till genom att platsspecifik information om typ och mängd transporterat farligt gods används i beräkningarna.

Riskanalysen visar att risken för olycka med farligt gods på det aktuella planområdet befinner sig på acceptabla nivåer oavsett avstånd från Bohusbanan. Vad gäller risken för påkörning vid urspårning bedöms risken vara acceptabel när gällande riktlinjer har beaktats och möjliga riskreducerande åtgärder övervägts. Sammantaget bedöms risken för fotgängare och cyklister på den nya GC-vägen vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder behöver vidtas.

1 Inledning

Stenungsunds kommun ämnar anlägga ny gång- och cykelväg (GC-väg) längs med järnvägen Bohusbanan strax söder om Stenungsunds centrum. Syftet med GC-vägen är att skapa ett gent alternativ öster om järnvägen för cyklister och fotgängare som rör sig mellan Solgårdsvägen och Södra vägen. Tidigare har funnits järnvägsövergångar vid respektive väg. Då flertalet olyckor skett har dessa dock stängts, varför boende i och omkring Solgårdsvägen tvingas ta en stor omväg för att ta sig till Stenungsunds centrum.

Befintlig topografi och järnvägsnära fastigheter innebär att sträckning för ny GC-väg i praktiken endast är möjlig i direkt parallell anslutning till Bohusbanan. Vidare innebär befintliga fastigheters utbredning att GC-väg endast kan möjliggöras genom att ny detaljplan skapas för ändamålet. I och med detta behöver planens lämplighet ur ett riskperspektiv avseende människors säkerhet och hälsa prövas. Föreliggande utredning undersöker och bedömer därmed risker för cyklister och fotgängare på den nya GC-banan i relation till transporter med farligt gods på Bohusbanan, cirka 200 meter.

1.1 Syfte och mål

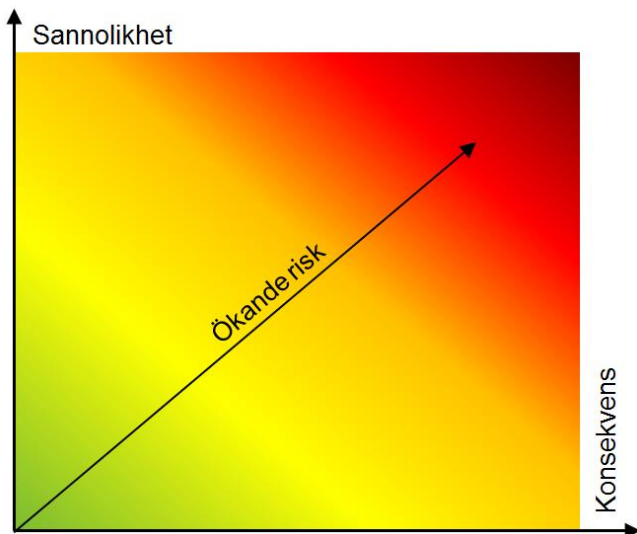
Denna riskutredning syftar till att utreda risknivåer för planerad GC-väg söder om Stenungsund centrum. Målsättningen är att i denna riskutredning presentera risknivån för det aktuella området och att vid behov presentera förslag till riskreducerande åtgärder som kan möjliggöra planen.

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. Beräkningarna utgår från en förväntad frekvens i stället för sannolikhet i form av statistiskt underlag. Detta till följd av att de risker som beaktas är sådana som sker mycket sällan och att det därav saknas tillförlitlig statistik som kan generera en statistisk sannolikhet.

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



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 Bohusbanan utreds kvantitativt genom att uppskatta sannolikheter och konsekvenser för olycka med farligt gods med hjälp av beräkningar av individrisknivån.

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 individriskmålet 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

riskens beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan. Individrisk beror alltså endast på riskkällan och påverkas inte av hur den omgivande bebyggelsen ser ut.

Beräkningarna görs med Monte Carlo-simuleringar¹ i programvaran @Risk, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och genomföra en känslighetsanalys² 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 samt urspärning 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.

¹ Viss typ av matematiska algoritmer som bygger på slumpstal. 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.

² 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.

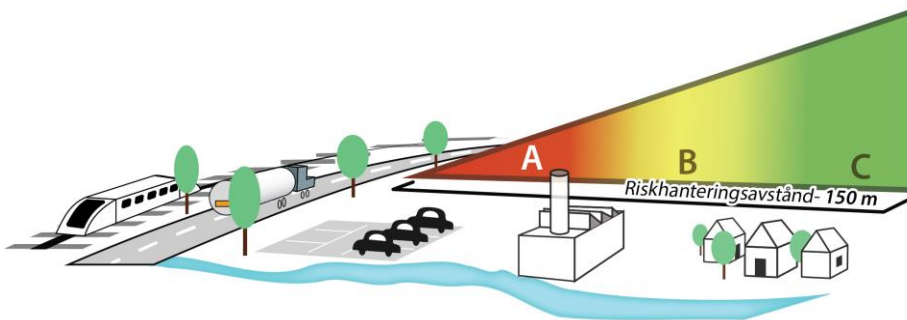
2.2 Miljöbalken

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 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 föreslagna acceptabla markanvändningar 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 åskådarplatser	

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)

2.4 Värdering av risk

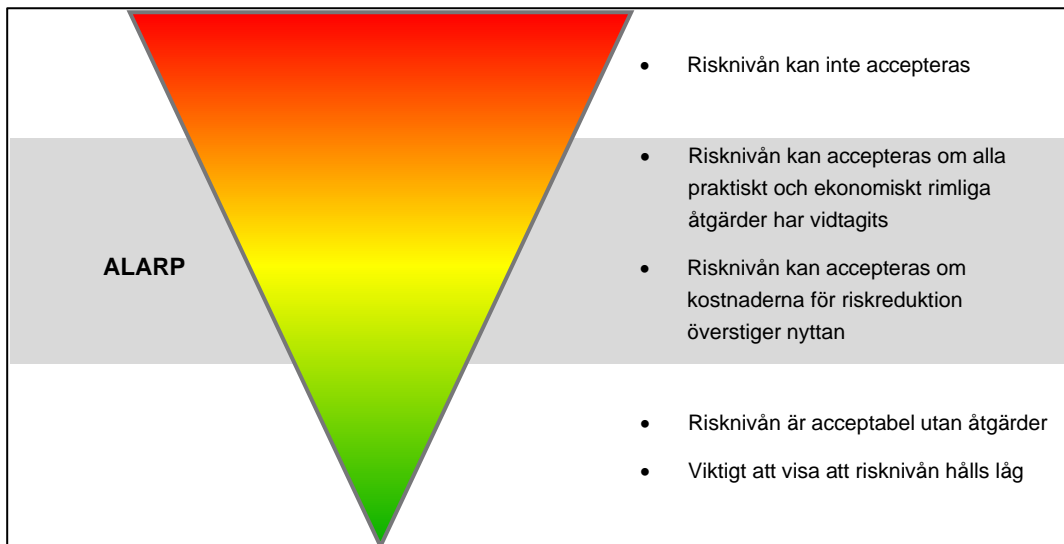
I Räddningsverkets³ rapport *Värdering av risk* (1997) diskuteras hur risker i samband med fysisk planering ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges. Riskkriterierna som presenteras är de som idag används för att värdera risk i Sverige.

- **Rimlighetsprincipen:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

³ Nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB).

- **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-konceptet⁴, vilket är en vanlig förekommande princip för att sätta kriterier för beräknade risknivåer (Räddningsverket, 1997), se Figur 3.



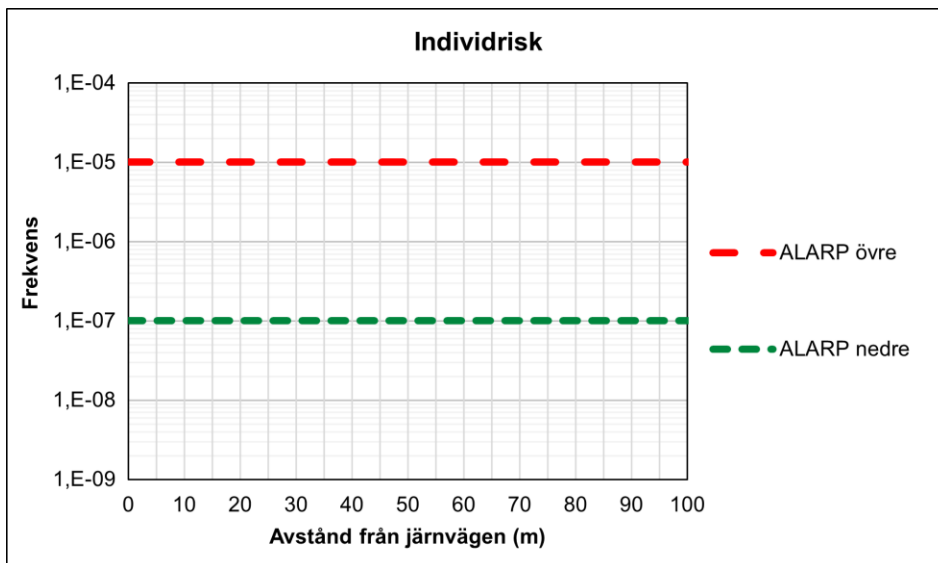
Figur 3: Förslag till uppbyggnad av riskvärderingskriterier.

I rapporten ges ett förslag till kriterier för värdering av från farlig verksamhet och transporter. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier. Dessa 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 år⁵ och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år⁶ (Räddningsverket, 1997), se Figur 4.

⁴ As Low as Reasonably Practicable. Engelska ungefärligt översatt: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

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

⁶ 10^{-7} är ett matematiskt uttryck för 0,0000001, det vill säga "en på 10 000 000".



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

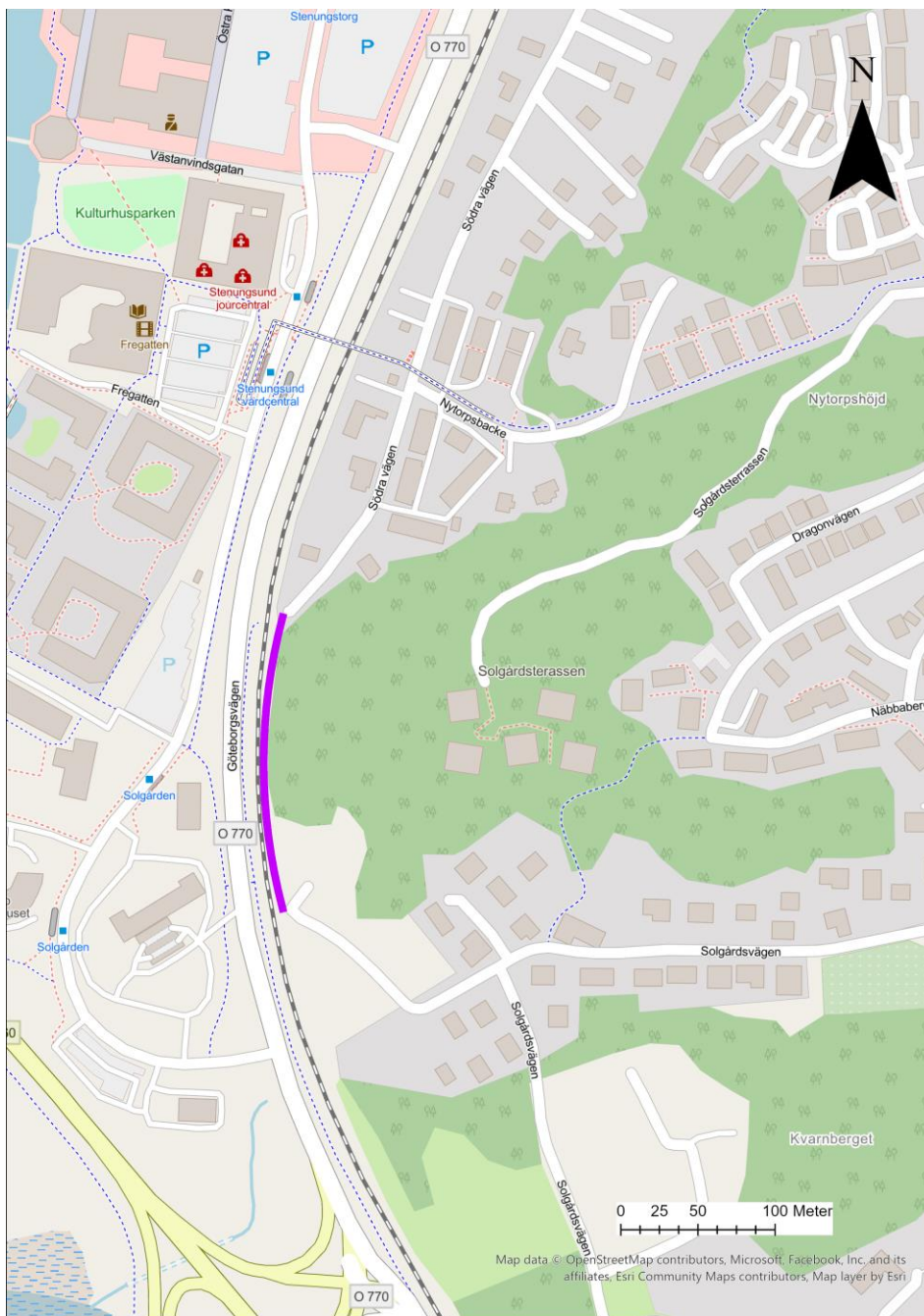
3 Förutsättningar

3.1 Områdesbeskrivning

Aktuellt område ligger cirka 500 meter söder om centrala Stenungsund och utgörs av en cirka 200 meter lång sträcka parallellt med järnvägen Bohusbanan. Längs denna sträcka planeras för en ny gång- och cykelväg (GC-väg) för att skapa ett genare alternativ på östra sidan järnvägen runt Solgårdsvägen. Tidigare fanns två övergångar till Göteborgsvägen; dels vid Solgårdsvägens slut intill banvallen, dels vid Södra vägens slut intill banvallen. Dessa har dock stängts på grund av olyckor.

Arbetet är även en del i utvecklingen av Stenungsunds centrum och planerat nytt resecentrum i höjd med Stenungstorg.

I Figur 5 visas ungefärlig lokalisering av ny GC-väg i lila öster om järnvägen Bohusbanan. GC-väg knyter samman Solgårdsvägen i söder med Södra vägen i norr. Centrala Stenungsund med Stenungstorg syns i kartans nordvästra del.



Figur 5 visar ungefärlig lokalisering av ny GC-väg i lila öster om järnvägen Bohusbanan. GC-väg knyter samman Solgårdsvägen i söder med Södra vägen i norr. Centrala Stenungsund med Stenungstorg syns i kartans nordvästra del.

GC-vägen planeras anläggas i direkt anslutning till järnvägen, med ett minsta avstånd på cirka 5 meter. Bohusbanan går i dagsläget längs bergskärning på den aktuella sträckan, se Figur 6 nedan. Från järnvägen direkt österut stiger marken cirka 20 meter de första 30 metrarna. Ett syfte med att anlägga GC-väg nära järnvägen är därför att minska mängden berg som behöver tas ut. Vidare behövs fastigheterna *Stenungsund Nösnäs 1:56* samt *Nösnäs 1:73* tas i beaktande, då dessa kommer påverkas av den nya GC-vägen. Genom att

anlägga GC-vägen nära järnvägen kan intrång och annan påverkan på nämnda fastigheter minska.



Figur 6 visar Bohusbanan samt bergsränning öster om järnvägen där GC-väg är tänkt att anläggas. Vy mot öster. © Google, 2023.

Bohusbanan är en enkelspårig järnväg som går mellan Göteborg och Strömstad. Banan trafikeras både av persontåg och godståg. På aktuell sträcka söder om Stenungsund transporteras farligt gods till Stenungsunds kemiindustrier norr om samhället.

I Stenungsund ligger flertalet företag verksamma inom kemiindustrin och transporter till och från industrin sker på Bohusbanan. Flera av dessa industrier omfattas av Sevesodirektivet. På grund av industriklustret i Stenungsund skiljer sig fördelningen vad gäller hur stor del av den totala mängden farligt gods som transporteras som utgörs av respektive RID-klass från den generella statistiken i Sverige. Konsultföretaget Norconsult genomförde år 2017/2019⁷ en riskanalys avseende transporter av farligt gods för framtida omformning av Stenungsunds centrum. Denna rapport avsåg utgöra en första riskanalys vid ny detaljplanering i centrala Stenungsund och utgick från specifik farligt gods-fördelning för Bohusbanan genom Stenungsund. Platsspecifika indata har använts avseende beräknad andel av transportarbetet som utgörs av respektive RID-klass. Informationen har inhämtats från Norconsult⁸ och är densamma som användes i Norconsults riskanalys avseende transport av farligt gods i Stenungsunds centrum (Norconsult, 2019). Då uppgifterna är konfidentiella presenteras de inte i detalj i utredningen. En viktig skillnad jämfört med den nationella statistiken är dock att det förväntas transporteras väsentligt färre transporter av RID-klass 3 (brandfarliga vätskor) men fler transporter av RID-klass 2 (gaser).

Största tillåtna hastighet (STH) på Bohusbanan förbi det aktuella planområdet är enligt Nationell Järnvägsdatabas 110 km/h (Trafikverket, 2023). I utredningen för Stenungsunds centrum (Norconsult, 2019) undersöktes risknivån både vid STH och *faktisk tåghastighet* på 50 km/h. Den faktiska tåghastigheten togs fram genom att studera Trafikverkets instruktionsritning 3190–021 vid Stenungsunds

⁷ Version 1 daterad 2017-06-02 och Version 2 daterad 2019-03-28. Version 2 uppdaterad med faktiska tåghastigheter.

⁸ Epostkorrespondens daterad 2023-07-06.

driftplats. I föreliggande utredning för den planerade GC-vägen används hastigheten 50 km/h som dimensionerande hastighet. En känslighetsanalys avseende hastighet genomförs i avsnitt 4.2.1 för att visa hur risknivån skulle se ut ifall tågen skulle färdas i STH på den aktuella delen av Bohusbanan.

Även för beräkningsparametrarna ÅDT godståg och ÅDT persontåg används samma indata som i riskutredningen för Stenungsunds centrum (Norconsult, 2019), nämligen 3 godståg och 70 persontåg per dag.

3.2 Skyddsvärt objekt

Skyddsvärt objekt utgörs i föreliggande utredning av individer som vistas inom planområdet, med andra ord personer som kommer nyttja GC-vägen för att ta sig mellan Solgårdsvägen och Södra vägen. Dessa bedöms generellt ha god möjlighet att reagera på en olycka samt snabbt ta sig bort från olycksplatsen.

4 Riskbedömning

4.1 Riskidentifiering

Det riskobjekt som beaktas i föreliggande utredning är järnvägen Bohusbanan där farligt gods transporteras. Som riskkälla beaktas trafik på Bohusbanan. Med trafik avses både gods- och persontågstrafik.

Olyckor med transport av farligt gods på järnväg är i grunden järnvägsolyckor. En orsak till sådana olyckor kan vara urspårning. Urspårning utreds därför som en möjlig händelse i föreliggande utredning, både i relation till efterföljande olycka med farligt gods, och ur ett påkörningsperspektiv.

4.1.1 Olycka med transport av farligt gods

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" (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.

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.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ansvarar för föreskrifter gällande transport av farliga ämnen. För järnväg benämns dessa RID/RID-S. Klasserna sammanfattas i Tabell 2 nedan. Enligt föreskrifterna ska ämnen märkas beroende på vilket som är den dominerande faran som ämnet eller föremålet utgör vid transport (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2021).

Tabell 2: Klassificering av farligt gods.

Klass	Ämne/ämnen
1	Explosiva ämnen och föremål
2	Gaser ⁹
3	Brandfarliga vätskor
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliga 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 ämnen

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2 (gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser i ett akut skede på så långa avstånd att det är relevant avseende fysisk planering intill transportleden. Vad gäller klass 2 (gaser) är giftiga och/eller brandfarliga gaser relevanta.

I föreliggande utredning gäller andra fördelningar mellan farligt gods-klasserna vad gäller mängder som transporteras på järnvägen, jämfört med nationell statistik. Bland annat utgör brandfarliga gaser (del av klass 2) samt frätande ämnen (klass 8) betydligt större andel av den transporterade mängden farligt gods, medan brandfarliga vätskor och oxiderande ämnen utgör en betydligt mindre andel än enligt den nationella statistiken.

Transporter på väg ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på tankar och behållare. Utformning av dessa utgör därför i sig en teknisk riskreducerande barriär.

På grund av sina farliga egenskaper omfattas farligt gods av särskilda krav vid transport (exempelvis krav på skyltning av fordonet). Detta då ämnena har egenskaper som vid en olycka eller felaktig hantering kan utgöra en fara för människor, miljö eller egendom. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Utsläpp av farligt gods kan ske på flera sätt, exempelvis genom mekanisk påverkan i samband med avåkning, kollision mellan fordon, läckage från felaktiga tankar eller genom sabotage och terrorism. Sabotage och terrorism riktat mot lastbilar med farligt gods har lyckligtvis, hittills, inte inträffat i någon omfattning som gör det möjligt att uppskatta sannolikheten för detta.

⁹ 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).

Läckage från tankar eller behållare kan förekomma, och om det inte upptäcks i tid kan det i värsta fall ge upphov till eskalerande förlopp med allvarliga konsekvenser. Läckage från tankar bedöms dock i första hand vara en risk som är relevant att hantera på anläggningar där fordonen parkeras och i samband med lastning och lossning.

Olyckor med allvarliga (katastrofartade) konsekvenser är mycket ovanliga och många av de incidenter som faktiskt inträffar sker vid lastning och lossning av gods, dvs. inte när transporten färdas längs vägnätet (Sveriges kommuner och landsting, 2012, s. 11).

4.1.2 Urspåring

Urspåring är en risk med låg sannolikhet men där konsekvenserna potentiellt kan bli stora, särskilt då det finns verksamheter/bebyggelse i järnvägens direkta närhet där människor vistas. Urspåring kan innebära att en vagn lämnar rälsen och avviker direkt från spåret. Alternativt kan en vagn spåra ur och släpas längs spåret en relativt lång sträcka utan större sidoavvikelse för att sedan avvika från spårområdet vid till exempel en kurva eller en växel. Lokala förhållanden påverkar urspåringens karaktär och konsekvenser på omgivningen. Forskning visar till exempel att trasig räls eller bristande svetsning av räler utgör den största orsaken till urspåringar, cirka 15% och att den mänskliga faktorn i form av hantering av tåg endast utgör cirka 5% (Liu, Saat, & Barkan, 2012).¹⁰

Vid hastigheter över 40 km/h utgör den mänskliga faktorn en ytterst liten del av orsaker till urspåringar (Bergensund, 2017, s. 12).

En ytterst marginell andel av urspåringarna involverar farligt gods *med* utsläpp eller läckage¹¹. Urspåringar inträffar således årligen i Sverige, men leder mycket sällan till utsläpp eller läckage av farligt gods in på närliggande område.

Vanligast är att vagnarna hamnar inom en vagnslängd från spåren, och i majoriteten av fallen hamnar en urspårad vagn inte längre än cirka 5 meter från spåren (Sveriges Kommuner och Landsting, 2012, s. s. 59). Urspåringens omfattning (sett till hur långt från spåret vagnarna rör sig) påverkas inte i någon större utsträckning av den hastighet tåget har vid urspåringen (Banverket & Räddningsverket, 2004, s. 14).

4.2 Riskanalys

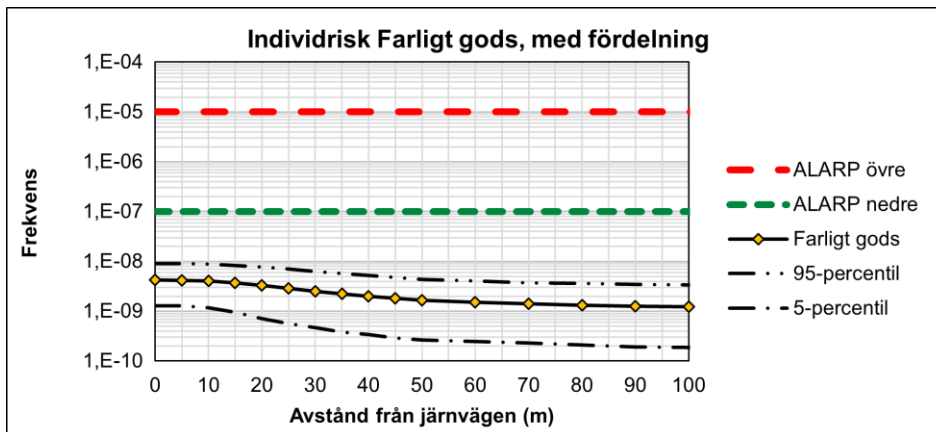
Resultatet från beräkningarna av individrisk för den nya GC-vägen redovisas i Figur 7 och Figur 8 nedan. Viktigt att notera är att beräkningarna inte tar hänsyn till topografiska eller andra platsspecifika förutsättningar. Vidare visar beräkningarna individrisken *utan riskreducerande åtgärder*. Som beskrivs i avsnitt 1.2.2 genomförs beräkningarna med hjälp av Monte Carlo-simuleringar, vilket ger en spridningsfördelning av individrisken.

Figur 7 redovisar individriskberäkningarna för olycka med farligt gods. Ur figuren kan utläsas att risknivån ligger tydligt under ALARP-områdets neder gräns, både för medelvärdet och när den 95:e percentilen-det vill säga de "allvarligaste" olycksscenarierna i simuleringen-av spridningen tas hänsyn till. Risken för att en olycka med farligt gods ska ske som resulterar i dödsfall kan med andra ord accepteras.

¹⁰ Se även (Banverket & Räddningsverket, 2004) s.14.

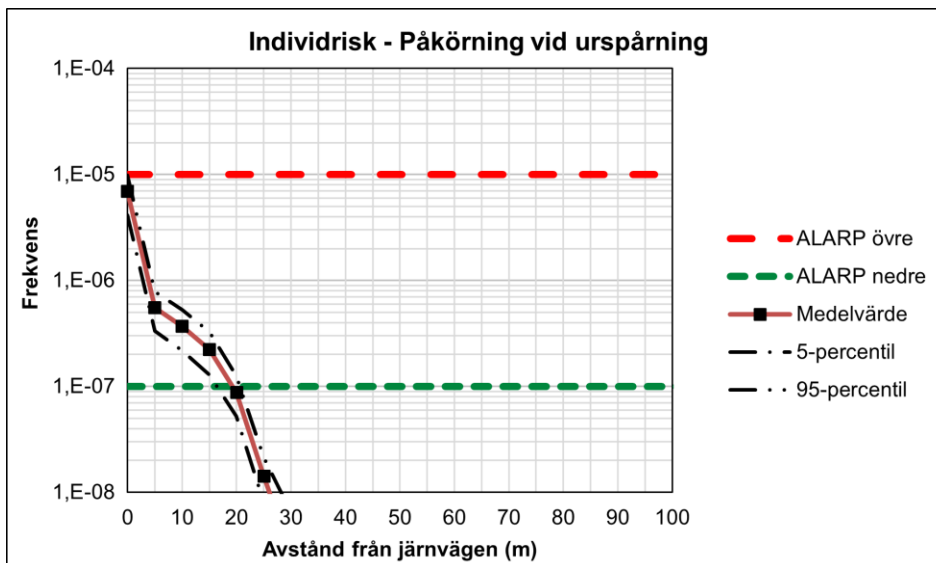
¹¹ För olyckshändelser och tillbud finns statistik från år 2007.

Den låga individrisknivån avseende olycka med farligt gods kan bland annat förklaras av att det farliga gods som transporteras på Bohusbanan vid planområdet skiljer sig i typ och mängd från det nationella genomsnittet. Till exempel transporteras mycket små mängder brandfarlig vätska, vilket generellt är en farligt gods-klass som bidrar till individrisknivån på korta avstånd. Vidare sker endast ett fåtal godstransporter per dygn vilket också är en bidragande faktor till den låga risknivån.



Figur 7 visar individrisknivån avseende farligt gods vid aktuellt planområde. Kurvan "Farligt gods" representerar medelvärdet från simuleringen. Sammantaget är individrisknivån avseende olycka med farligt gods acceptabel.

I Figur 8 redovisas risken för att en individ ska omkomma till följd av påkörning vid urspårat tåg. Inom 5 meter från järnvägen (närmaste spårmit) är individrisknivån hög, vilket bland annat kan förklaras av att majoriteten av alla urspårningar innebär att vagnar sällan hamnar bortanför detta avstånd. Se avsnitt 4.1.2. Figuren visar vidare att individrisknivån avseende påkörning vid urspårning sjunker mycket snabbt med ökande avstånd till järnvägen. Mellan 5 och 20 meter från järnvägen ligger risken inom ALARP-området. Inom detta avstånd ska därför riskreducerande åtgärder övervägas så länge kostnaderna för eventuella åtgärder inte är oproportionerliga i relation till nyttan med åtgärderna. Då den planerade GC-vägen planeras inom detta avstånd diskuteras behov av riskreducerande åtgärder i samband med den sammantagna riskvärderingen i avsnitt 4.4. Eventuella åtgärder som bedöms nödvändiga beskrivs mer ingående i avsnitt 5.



Figur 8 visar individrisknivån avseende påkörning vid urspårning vid aktuellt planområde. I direkt anslutning till järnvägen är risknivån hög, för att sedan sjunka snabbt. Inom 20 meter från järnvägen ska riskreducerande åtgärder övervägas, så länge dessa är ekonomiskt och praktiskt genomförbara. Bortom 20 meter från järnvägen är risknivån helt acceptabel.

4.2.1 Känslighetsanalys

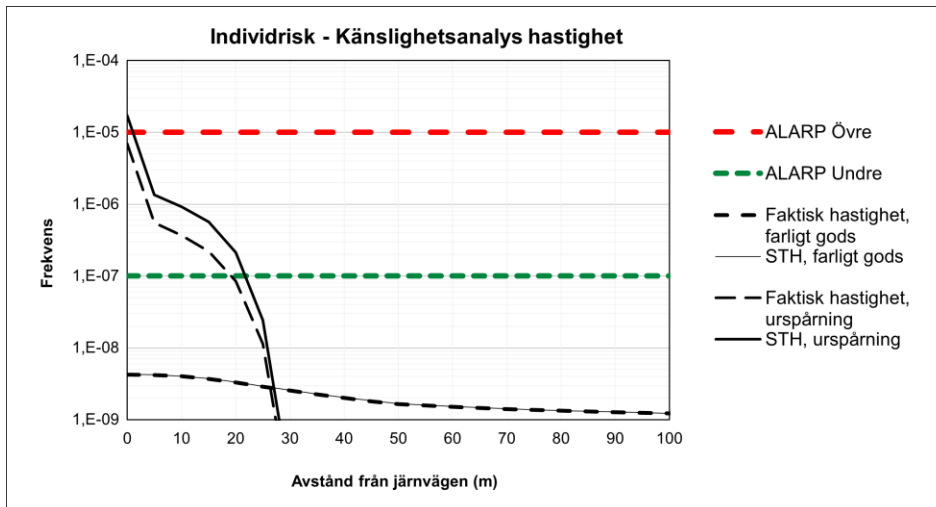
För att undersöka hur förändringar i osäkra eller känsliga parametrar påverkar risknivån görs två känslighetsanalyser:

- Beräkning av individrisknivå med förändrad indata för parameter "hastighet", där största tillåtna hastighet (STH) används istället för faktisk hastighet.
- Beräkning av individrisknivå med förändrad indata för parameter "ÅDT godståg" där antalet godståg fördubblas.

Dessa två parametrar har valts ut med liknande motivering, nämligen att det är möjligt att förändringar sker i dem i framtiden. Vad gäller hastighet bedöms det lämpligt att även studera STH då aktuell järnväg i teorin godkänner en större hastighet än den som tågen idag i praktiken håller. Vad gäller ÅDT godståg bedöms det motiverat att undersöka risknivåerna vid en fördubbling på antalet godståg som trafikerar sträckningen, till exempel utifrån ett scenario att en eller flera av kemiindustrierna i Stenungsund utökar sin verksamhet, väljer att transportera mer gods på järnväg kontra väg, et cetera.

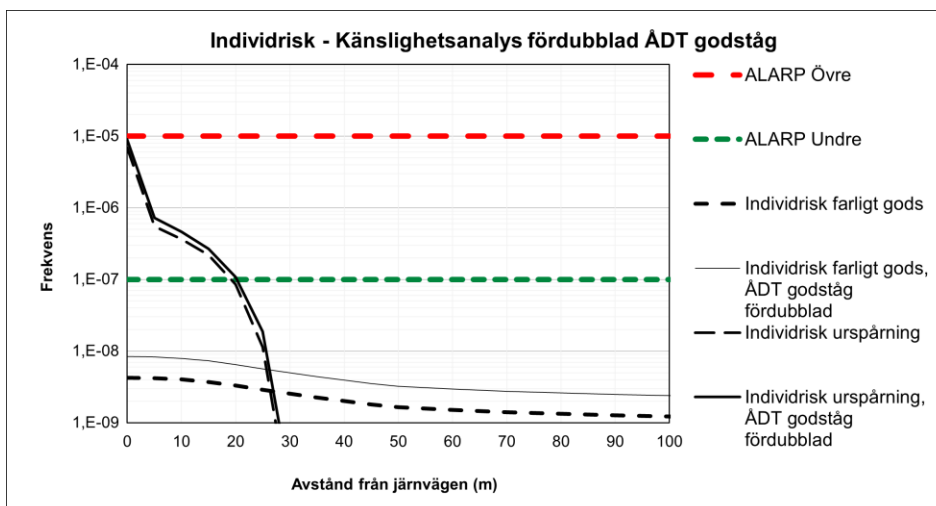
Känslighetsanalyserna genomförs på samma sätt som riskanalysen i avsnitt 4.2, det vill säga genom Monte Carlo-simulering av individrisk. Resterande indata har bibehållits oförändrad jämfört med den ursprungliga beräkningen.

Känslighetsanalysen avseende hastighet visar att risken för olycka med farligt gods är i princip oförändrad även vid hastigheter på 110 km/h. Vad gäller risken för påkörning vid urspårning ökar risknivån något. Förändringarna visas i Figur 9 nedan.



Figur 9 visar förändringar i individrisknivån både för farligt gods och urspärning när man i beräkningarna utgår ifrån största tillåtna hastighet (STH) i stället för faktisk hastighet på sträckan. Risken för påkörning vid urspärning ökar något med ökad hastighet. Förändringarna i risknivån avseende olycka med farligt gods är försumbara.

Känslighetsanalysen avseende fördubblad mängd godståg visar att det framför allt är risken för dödsfall som konsekvens av en olycka med farligt gods som ökar när antalet godståg som trafikerar Bohusbanan fördubblas. Detta illustreras i Figur 10 nedan. I känslighetsanalysen undersöks individrisken för ett scenario med 6 godståg (ÅDT), och för detta scenario så är individrisknivån fortfarande acceptabel. Risken för påkörning vid urspärning ökar endast marginellt. Detta beror bland annat på att det generellt är så att persontågstrafik är en större bidragande faktor till individrisken vad gäller urspärning.



Figur 10 visar förändringarna i individrisknivån både för farligt gods och urspärning när beräkningarna utgår från fördubblad ÅDT godståg. Risken för påkörning vid urspärning ökar endast marginellt. Risken för olycka med farligt gods ökar men befinner sig fortsatt tydligt under ALARP-områdets nedre gräns.

4.3 Osäkerheter

Beräkningarna av individrisk är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser. Att använda 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 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.

4.3.1 Förenklingar, antaganden och avgränsningar

Frätande ämnen har inte beaktats som en direkt riskkälla 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 fordonet¹². 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 RID-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 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.

¹² Se Bilaga B "Konsekvensberäkningar", avsnitt 3, för ytterligare förklaring.

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. 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.

4.4 Riskvärdering

Riskanalysen visar att risken för olycka med farligt gods på det aktuella planområdet befinner sig på acceptabla nivåer oavsett avstånd från Bohusbanan.

För att säkerställa att den planerade GC-vägens utformning inte utsätter gång- och cykeltrafikanter för oacceptabelt höga risker har beräkningar genomförts som beaktar risken för olycka med transport av farligt gods respektive risken för påkörning vid urspårning med dödsfall som följd. Beräkningarna har genomförts genom att olycksscenarier har simulerats med hjälp av Monte Carlo-simuleringar. Denna metod gör det möjligt att se både medelvärde för risknivån, och ytterligheter i scenarierna (intervall), vilket gör att vissa osäkerheter fångas upp. Detta är viktigt då beräkningar alltid innebär en förenkling av verkligheten, med flera parametrar som kan vara svåra att uppskatta eller veta.

För att ytterligare säkerställa att den sammantagna riskbedömningen är så robust som möjligt har två känslighetsanalyser genomförts avseende ökad hastighet på järnvägen respektive fördubblad mängd godståg. Även om risknivåerna ökar något bedöms det inte motiverat att resultaten av känslighetsanalysen utgör dimensionerande fall i utredningen. En viktig anledning till detta är den typ av bebyggelse som planeras (GC-väg).

I den riktlinje som tagits fram av länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län (2006) presenteras inga definitiva avstånd från järnväg inom vilka olika verksamheter eller bebyggelsetyper kan accepteras. Däremot delas de närmaste 150 metrarna från järnvägen in i tre zoner. I zon A närmast järnvägen nämns odling, parkering, trafik, och motionsspår som exempel på acceptabel markanvändning. I föreliggande utredning planeras för en GC-väg, vilket bedöms rymmas inom bebyggelsetypen "trafik". Att detta kan byggas i området närmast en väg eller järnväg beror bland annat på att de personer som vistas där gör så i vaket tillstånd, under en kort period, och att de generellt bedöms ha god förmåga att uppfatta händelser runt dem och agera vid en olycka. Agera innebär i det här fallet bland annat att kunna avlägsna sig från GC-banan om en olycka skulle inträffa.

Sammantaget gör ovanstående, inklusive genomförda beräkningar, att risken för att människors hälsa och säkerhet på GC-vägen skulle påverkas negativt kan accepteras. Som beskrevs i avsnitt 4.2 befinner sig individrisknivån avseende påkörning vid urspårning inom ALARP-området. Åtgärder som skulle kunna minska risken är urspårningsskydd, till exempel skyddsräll. I aktuellt fall bedöms inte kostnaderna för dessa åtgärder vara rimliga i relation till deras nytta. Det bedöms därmed inte motiverat att vidta riskreducerande åtgärder.

5 Riskreduktion/riskkontroll

Inga riskreducerande åtgärder bedöms motiverade. Risken avseende olycka med farligt gods ligger under ALARP-områdets nedre gräns och är således acceptabel utan åtgärder. Risken avseende påkörning vid urspårning bedöms vara acceptabel utan åtgärder då möjliga åtgärder inte bedöms rimliga att genomföra.

6 Referenser

- Banverket & Räddningsverket. (2004). *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*.
- Bergensund, A. (2017). *Risikanalysetoder för höghastighetsjärnväg. Utvärdering av risikanalysmetoder och säkerhetsavstånd för tillämpning på höghastighetsjärnväg*. Teknisk- naturvetenskaplig fakultet . Uppsala Universitet.
- 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*.
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (den 1 Januari 2021). ADR-S 2021. Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng. MSBFS 2020:9.
- Norconsult. (2019). *Stenungsunds centrum. Riskanalys avseende transport av farligt gods*. Göteborg.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Sveriges kommuner och landsting. (2012). *Transporter av farligt gods. Handbok för kommunernas planering*.
- Sveriges Kommuner och Landsting. (2012). *Transporter av farligt gods. Handbok för kommunernas planering*.
- Trafikverket. (2020). *Transportsystemet i samhällsplaneringen*. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1466488/FULLTEXT01.pdf>
- Trafikverket. (2023). *NJDB på webb*.
- Trafikverket. (den 15 02 2023). *Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Sakerhetsavstand-mellan-infrastruktur-ny-bebyggelse-samt-ovriga-anordningar/sakerhetsavstand-vid-byggande-intill-jarnvag/>

Together with our clients and the collective knowledge of our 18,500 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together

Bilaga A

Frekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning Farligt gods, GC-väg
Stenungsund
Uppdragsnummer: 30060545
Kund: Stenungsunds kommun
Datum: 2023-09-19
Upprättad av: Elvira Sörman Laurien

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
2	Händelseförlopp för olika typer av farligt gods	4
2.1	Tryckkondenserade gaser (RID 2)	4
2.2	Brandfarliga gaser (RID 2.1)	4
2.3	Giftiga gaser (RID 2.3)	5
2.4	Brandfarliga vätskor (RID 3)	6
2.5	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

Risken analysen bygger i detta fall på en uppskattning av individrisken utifrån sannolikheter för dödsfall per år. 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.

2 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

2.1 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.

2.2 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 meter. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman, dels genom värmestrålning från flamman.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken, till exempel från 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 i väg 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°.

2.3 Giftiga gaser (RID 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.

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. 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).

2.4 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 i väg. 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 gått 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 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.

2.5 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 Urspåring

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 urspåringsfrekvens. 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 urspåringar i Sverige (Andersson, 2014) under åren 2003–2012. Utifrån denna statistik kan följande antaganden göras avseende sannolikheten för urspåringar:

- Urspåring sker i medeltal 7×10^{-8} gånger per tågakilometer (oavsett hastighet och tågtyp)

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

Enligt UIC är också risken för urspåring 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 urspårings sannolikheter för godståg:

- ca 85×10^{-8} 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 Stenungsund 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	3	2-4
Antal persontåg	70	56-84
Antal dygn med trafikering per år	360	360-365
Antal vagnar per tåg	39,7	32,5-46,9
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-9}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg per år på 1 km förbi planområdet blir då $9,28 \times 10^{-5}$, vilket motsvarar en urspårning på cirka 10774 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 norr om Alingsås $1,41 \times 10^{-4}$ 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.

	Bohusbanan Stenungsund
RID 1 – Explosiva ämnen	0
RID 2.1 - Brandfarlig gas	$2,16 \times 10^{-7}$
RID 2.3 - Giftig gas	$1,14 \times 10^{-8}$
RID 3 - Brandfarlig vätska	$7,83 \times 10^{-8}$
RID 5 - Oxiderande ämne och peroxider	0

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 i stället 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 norr om Alingsås.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%)			Beräknad frekvens (medelvärde)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion*	0,01	0,3	1	0
2.1	Jetflamma	10	20	30	$24,3 \times 10^{-8}$
	Gasmolnsexplosion	5	50	70	$9,9 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$5,8 \times 10^{-10}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$1,1 \times 10^{-8}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$8,4 \times 10^{-8}$
	Pölbrand	10	20	30	$1,6 \times 10^{-8}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	0
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	0

*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). *Risikanalys 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). *Riskutredning 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 risikanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*

Bilaga B

Konsekvensberäkningar

Uppdrag: Riskutredning Farligt gods, GC-väg
Stenungsund
Uppdragsnummer: 30060545
Kund: Stenungsunds kommun
Datum: 2023-09-19
Upprättad av: Elvira Sörman Laurien

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Typ av utbredning	4
1.2	Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd	4
1.3	Riskberäkning för urspårning	5
1.4	Sannolikhet att omkomma inne/ute	5
2	Sammanställning över konsekvensavstånd	6
3	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	8
4	Referenser	9

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.

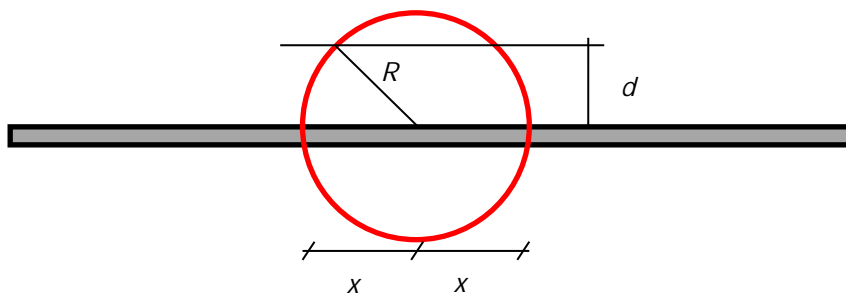
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

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:

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

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

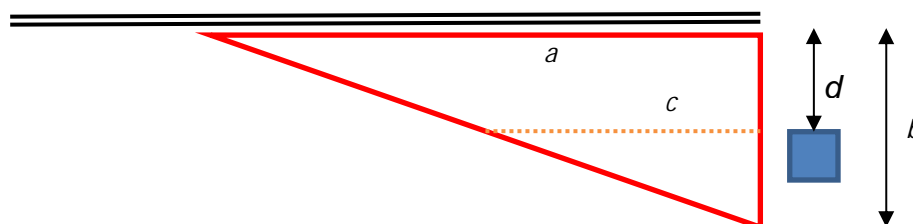


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

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.

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 i stället har därför 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.

1.4 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 RID 3 – Pölbrand	Pertfördelning	25	50	75
RID 5 – Brand 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 (se Tabell B-4). Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och

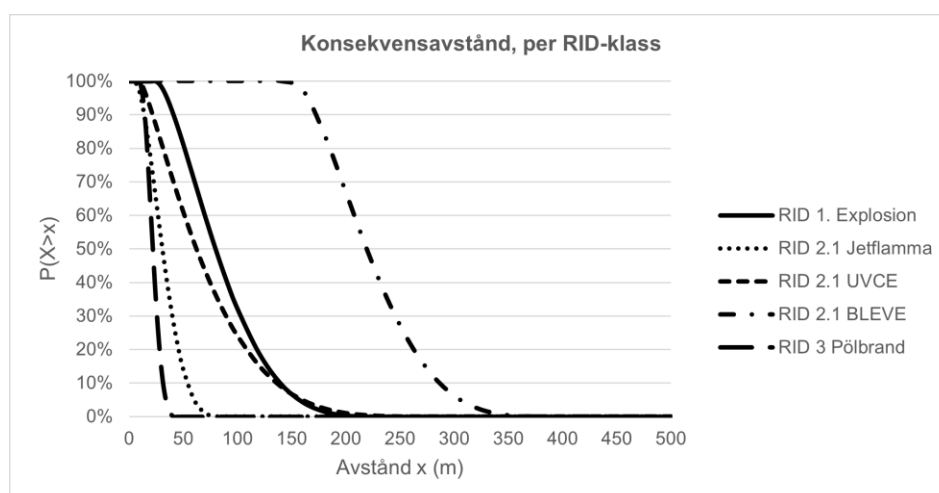
konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannlikhetsfördelningen 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 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 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 nationellt sett är mycket små, och i föreliggande utredning endast utgör en försvinnande liten andel av den totala mängden transporterat farligt gods på sträckan. 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 vara begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför inkluderas vanligtvis inte 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. I föreliggande utredning utgör frätande ämnen en väsentligt större del än i den nationella statistiken. Vidare ligger den planerade GC-vägen i direkt anslutning till järnvägen. Det bedöms rimligt att anta att konsekvenser från frätande ämnen i sig fortsatt är begränsade till närområdet, och att de som möjligtvis påverkas av denna farligt gods-klass även påverkas av en urspårning. De som inte påverkas direkt av en urspårning (i form av påkörning) bedöms snabbt kunna lämna platsen och således inte heller påverkas av ett utsläpp 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.

4 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.*