



Kund: Grästorps kommun

Projekt: Riskutredning avseende farligt gods, Västölet, Grästorps kommun

Projektnummer: D0077917

## Riskutredning

Handläggare  
Jennifer Wolsing  
Telefon  
010 505 28 06  
Mobil  
072 206 46 39  
E-post  
jennifer.wolsing@afry.com

Datum  
19/09/2022  
Projekt ID  
D0077917  
Beställare  
Viktor Salfjord  
E-post  
viktor.salfjord@grastorp.se

Kund  
Grästorp kommun

## Riskutredning avseende farligt gods, Västölet, Grästorp

Uppdragsledare och handläggare: Jennifer Wolsing  
Intern kvalitetsgranskning: Gustaf Zetterberg

# Risikutredning

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Syfte och mål.....	7
1.2	Avgränsningar.....	7
2	Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	8
2.1	Riktlinjer - Trafikverket.....	8
2.2	Riktlinjer - Skåne, Stockholm och Västra Götaland.....	8
3	Metod.....	10
3.1	Programvara.....	11
3.2	Kvantitativa riskmått.....	11
3.2.1	Individrisk.....	11
3.2.2	Samhällsrisk.....	11
3.3	Risikvärdering.....	12
4	Beskrivning av planområde.....	15
4.1	Skyddsvärda objekt.....	15
4.1.1	Personbelastning.....	15
5	Riskobjekt.....	18
5.1	Väg.....	18
5.1.1	Trafikuppgifter.....	18
5.1.2	Fördelning av farligt gods vägtransporter.....	18
5.2	Järnväg.....	19
5.2.1	Trafikuppgifter.....	19
5.2.2	Fördelning av farligt gods på järnväg.....	19
6	Risikinventering.....	21
6.1	Mekanisk påverkan av urspårande tåg.....	21
6.2	Olycka med farligt gods.....	21
6.2.1	Olycksscenarier vid olycka med farligt gods.....	22
6.3	Sammanfattning av aktuella olycksscenarier.....	26
7	Risikanalyser.....	28
7.1	Individrisk.....	28
7.2	Samhällsrisk.....	30
7.3	Kvalitativ analys urspårning.....	30
8	Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys.....	32
8.1	Känslighetsanalys.....	32

## Riskutredning

8.1.1	Antal transporter av farligt gods .....	32
8.1.2	Personbelastning .....	32
8.1.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier .....	32
8.2	Osäkerhetsanalys.....	33
8.2.1	Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor .....	33
8.2.2	Personbelastning .....	33
8.2.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier .....	34
9	Slutsatser.....	35
10	Referenser.....	36

## Riskutredning

### Dokumenthistorik

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Revidering</b>	<b>Handläggare</b>
1.0	2022-09-16	Första utgivna version - utkast	Jennifer Wolsing
2.0	2022-09-19	Slutleverans	Jennifer Wolsing

# Riskutredning

## Sammanfattning

I Grästorp kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Västölet 3:25 m.fl. som är beläget intill järnvägen i Älvsborgsbanan och Östra vägen i västra Grästorp. Den största delen av området är inte exploaterat idag och utgörs huvudsakligen av jordbruksmark och ligger intill ett befintligt industriområde. Planerad markanvändning för planområdet är industri. Eftersom avståndet till detaljplanen ligger inom riskhanteringsavståndet på 150 meter (se avsnitt 2.2) från transportled för farligt gods ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

Östra vägen (väg 2561) löper från Södergatan i söder, norrut, över bro över järnvägen och fortsätter norrut där den ansluter till väg 44. Hastighetsgränsen ligger idag på 60 km/h. Det finns planer på att leda trafiken från centrala Grästorp till Östra vägen, projekt "Väg 47/Östra vägen, åtgärder förbifart Grästorp". Omledningen innebär en ökad trafikmängd på Östra vägen. Andelen farligt gods bör dock inte öka betydligt då denna trafik redan i nuläget ska gå utmed den rekommenderade transportleden för farligt gods, Östra vägen, och inte genom centrala Grästorp.

Älvsborgsbanan förbinder Borås och Uddevalla och är enkelspårig öster om planområdet men övergår utmed planområdet till dubbelspår som går in mot Grästorp station. Persontrafiken körs av SJ på uppdrag av länstrafikbolaget Västtrafik och utgörs av elmotorvagnar. Den ordinarie godstrafiken är relativt liten men banan fungerar som omledningsbana av Norge-Vänerbanan vilket innebär att det, vid arbete eller problem på Norge-Vänerbanan kan gå transporter av gods och farligt gods på Älvsborgsbanan.

Oacceptabel individrisknivå uppnås inte varken från järnvägen eller vägen enligt genomförda beräkningar. Individrisknivån är acceptabel på alla avstånd från järnvägen om ingen omledningstrafik leds på järnvägen och bortom ca 40-50 meter om beräkningarna tar hänsyn till omledningstrafik (och att denna trafik alltid går utmed järnvägen. Från Östra vägen uppnås acceptabel individrisknivå ca 25-30 meter från vägkant. Samhällsrisknivån ligger på acceptabla nivåer för scenariot där ingen omledning sker på Älvsborgsbanan och ligger utmed undre ALARP-linjen för scenariot där trafiken leds om på Älvsborgsbanan.

Utifrån planerad markanvändning med industri som innebär en mindre känslig verksamhet, dvs. en verksamhet där personer vistas i vaket tillstånd, medvetna om vissa risker samt med goda möjligheter att utrymma fysiskt sett, bedöms risken, både med avseende på urspårning och olycka med farligt gods, vara acceptabel utan några riskreducerande åtgärder. Riskreducerande åtgärder bedöms inte vara motiverade kostnadsmässigt till följd av de låga risknivåerna, som även hålls låga vid omledning av trafiken på både Östra vägen och Älvsborgsbanan.

Det bedöms dock inte vara sannolikt att all trafik leds om konstant till Älvsborgsbanan från Norge-Vänerbanan och till följd av den låga risken bedöms det inte vara ekonomiskt försvarbart att genomföra åtgärder avseende farligt gods i aktuell detaljplan.

Ett visst bebyggelsefritt avstånd till väg och järnväg är alltid att rekommendera för att möjliggöra utbyggnad och underhåll av dessa. Därutöver kan trafikanter skadas vid urspårning eller vid avåkning av väg om det finns byggnation intill dessa. Planerat industriområde kan dock etableras utan hänsyn till risker från farligt gods.

# Riskutredning

## 1 Inledning

I Grästorp kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Västölet 3:25 m.fl. som är beläget intill järnvägen i Älvsborgsbanan och Östra vägen i västra Grästorp. Den största delen av området är inte exploaterat idag och utgörs huvudsakligen av jordbruksmark och ligger intill ett befintligt industriområde. Planerad markanvändning för planområdet är industri.

Eftersom avståndet till detaljplanen ligger inom riskhanteringsavståndet på 150 meter (se avsnitt 2.2) från transportled för farligt gods ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. Syftet med denna riskutredning är därför att undersöka personrisker kopplat till farligt gods inom planområdet. Vid behov föreslås åtgärder och planbestämmelser för att reducera riskerna så att en acceptabel risknivå kan erhållas.

### 1.1 Syfte och mål

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled.

Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

### 1.2 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar planområdet för aktuell detaljplan. Vid beräkning av samhällsrisk betraktas även personbelastningen i området utanför aktuellt planområde. I detta fall inventeras personbelastningen för ett område på 1 km<sup>2</sup>.

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta oavsiktliga olyckor på rekommenderade transportleder för farligt gods i anslutning till planområdet, dvs. på Älvsborgsbanan och Östra vägen. Med olyckor avses händelser där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Olyckor som omfattas är sådana som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall utreds ej. Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området.

För att den planerade bebyggelsen även ska vara hållbar ur ett riskperspektiv och för att resultatet ska vara aktuellt för en framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi planområdet utgår analysen från prognosår 2040. Därmed har förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för 2040 tillämpats.

Projektering av skyddsåtgärder ingår ej.



## Riskutredning

### 2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Plan- och bygglagen (2010:900) samt Miljöbalken (1998:808) är lagstiftning på nationell nivå som föreskriver att riskanalys ska genomföras. I plan- och bygglagen framgår det att bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand samt mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. I miljöbalken anges att val av plats för en verksamhet ska göras med hänsyn till olägenheter för människors hälsa och miljön.

I lagtext anges det inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har därför riktlinjer, kriterier och rekommendationer givits ut av länsstyrelser och myndigheter gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. Riktlinjer beskriver skyddsavstånd för olika markanvändning som kan användas vid planering.

#### 2.1 Riktlinjer - Trafikverket

Utöver länsstyrelsens riktlinjer har även Trafikverket gett ut rekommendationer vid bebyggelse intill järnväg. I dessa anges att ny bebyggelse generellt inte bör tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen (mätt från spårmittpå på närmsta spår). Verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligt vistas, t.ex. garage, parkering och förråd, kan dock uppföras inom 30 meter. Hänsyn bör dock tas till möjlighet att underhålla järnvägsanläggning och bebyggelse. [1]

Trafikverket anger i "Vägar och gators utformning" vissa krav och rekommendationer kring oeftergivliga föremål. Detta innebär att oeftergivliga föremål inte får finnas i vägars absoluta närhet med avseende på att de kan skada avåkande fordon.

Detta innebär alltså att även om risknivåerna avseende farligt gods visar sig ligga inom acceptabla nivåer, kan det finnas andra aspekter som begränsar etablering intill vägar och järnvägar. I denna riskutredning utreds endast risk avseende farligt gods samt urspårande tåg.

#### 2.2 Riktlinjer - Skåne, Stockholm och Västra Götaland

I denna utredning används Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands gemensamma riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [2]. Riskpolicyn är ett gemensamt paraplydokument utarbetat av storstadslänen. De lokala och regionala riktlinjer, för riskhänsyn i samhällsplaneringen, som är etablerade ska kunna omfattas av riskpolicyn. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt godsled.

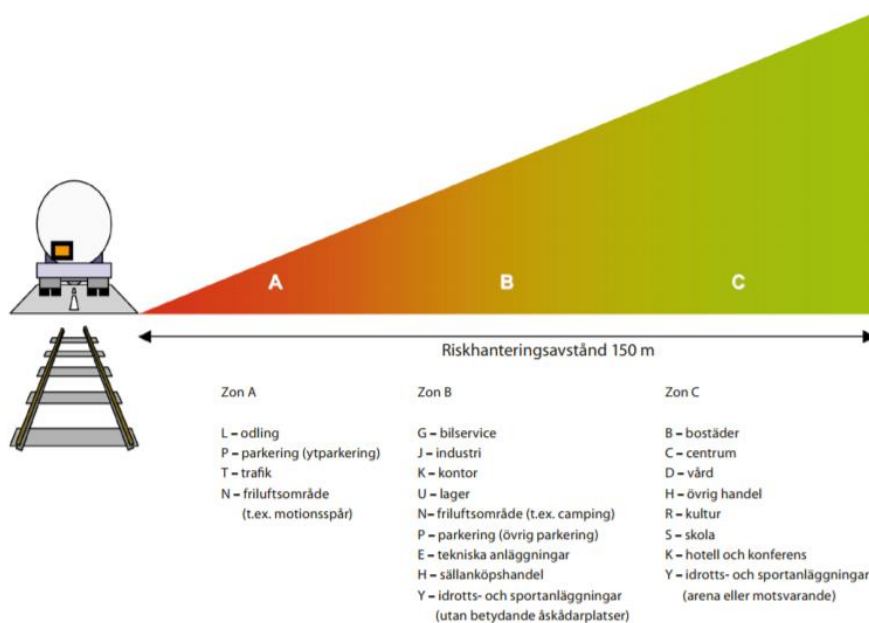
Flera län har tagit fram egna, mer detaljerade riktlinjer avseende samhällsplanering avseende risker med farligt gods. Västra Götaland har inte tagit fram några sådana i nuläget utan tidigare har det varit praxis att utgå ifrån Göteborgs fördjupade översiktsplan från 1999, där rekommenderade skyddsavstånd beroende på markanvändning redovisades. I senaste översiktsplanen för Göteborg hänvisas dock endast till att risken avseende farligt gods bör utredas inom 150 meter från en transportled för farligt gods och att DNV's kriterier bör användas (beskrivs i avsnitt 3.3)



## Riskutredning

Riskpolicyn utgör en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen. Speciellt redogör policyn för tre zoner (A – C) av markanvändning, där zon A är närmast och zon C är längst ifrån farligt godsleden i det aktuella planärendet, se Figur 2-1. Zonindelningen hanterar endast kvartersmark. Vad gäller allmän platsmark i en plan bör områden närmast transportleden begränsas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Områden i direkt anslutning till riskkällan bör inte heller exploateras på sådant sätt att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Hårda konstruktioner eller motsvarande som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon bör undvikas.

Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. Den genomgående tanken är att verksamheter och markanvändning som är förknippad med en stor persontäthet skall befinna sig så långt bort från farligt godsleden som rimligen kan vara möjligt för att minska individ- och samhällsrisken.



Figur 2-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd.

## Riskutredning

### 3 Metod

Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de mål och avgränsningar som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

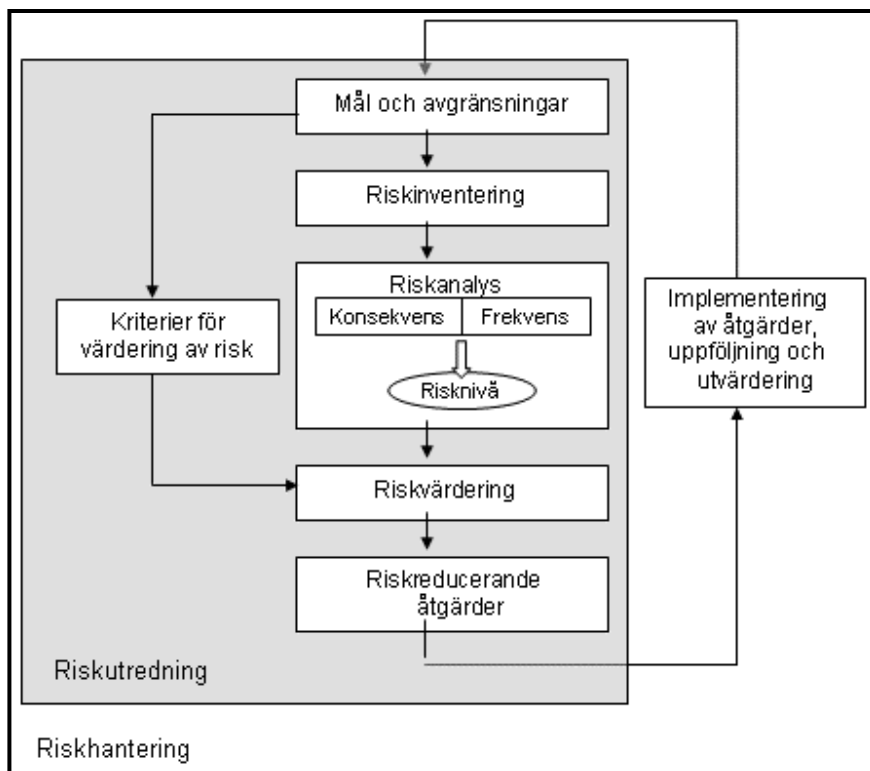
Därefter tar riskinventeringen vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. I riskinventeringen identifieras således aktuella olycksscenarier.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenarierna avseende deras konsekvenser och sannolikheter. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen. För den här riskutredningen används en kvantitativ analysmetod.

I riskvärderingen jämförs resultatet från riskanalysen med principer för värdering av risk för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Utifrån resultatet av riskvärderingen undersöks behovet av riskreducerande åtgärder.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala riskhanteringsprocessen där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande.

Riskhanteringsprocessen åskådliggörs i Figur 3-1 nedan.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen.

## Riskutredning

### 3.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves [3]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [4]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

### 3.2 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmåttan benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

#### 3.2.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ ska omkomma, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [5]. Individrisken är rättighetsbaserad och tar ingen hänsyn till hur många individer som kan påverkas av skadehändelsen. Med rättighetsbaserad menas att alla individer har den personliga rättigheten att inte behöva utsättas för orimlig risk att omkomma.

Individrisken ( $IR$ ) i en given koordinat ( $x,y$ ) beräknas enligt:

$$IR_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n IR_{(x,y),i}$$

$$IR_{(x,y),i} = f_i * p_i$$

Där  $f_i$  är frekvensen för sluhändelsen  $i$ . Sannolikheten för studerad konsekvens, vilket är dödsfall i den här utredningen och antas till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen, representeras av  $p_i$ . Genom att summera individrisken för de olika sluhändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

#### 3.2.2 Samhällsrisk

För samhällsrisk beaktas, förutom frekvenserna, även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet individer som omkommer vid olika skadescenarier. Då beaktas personbelastningen inom det aktuella området. Beräkningar för samhällsrisk tar även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att många personer kan befinna sig i ett område under en begränsad tid på dygnet eller året. I motsats till individrisk beräknas samhällsrisk således med avseende på de personer som faktiskt utsätts för risken.

## Riskutredning

Samhällsrisk är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

Samhällsrisk beräknas enligt:

$$N_i = \sum_{(x,y)} P_{(x,y)} * p_i$$

$N_i$  står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen  $i$ .  $P_{(x,y)}$  är antalet individer i koordinaten  $(x,y)$  och  $p_i$  definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisk redovisas normalt i F/N-kurvor som visar den ackumulerade frekvensen för att ett visst antal, eller fler, personer omkommer till följd av de händelser som studeras.

$$F_N = \sum_i F_i \text{ för alla sluthändelser för vilka } N_i \geq N$$

$F_N$  står för frekvensen av sluthändelser som påverkar  $N$  eller fler människor.  $F_i$  är frekvensen för sluthändelse  $i$ .  $N_i$  definieras enligt ovan.

### 3.3 Riskvärdering

Som allmän utgångspunkt för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

**Rimlighetsprincipen:** Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.

**Proportionalitetsprincipen:** En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.

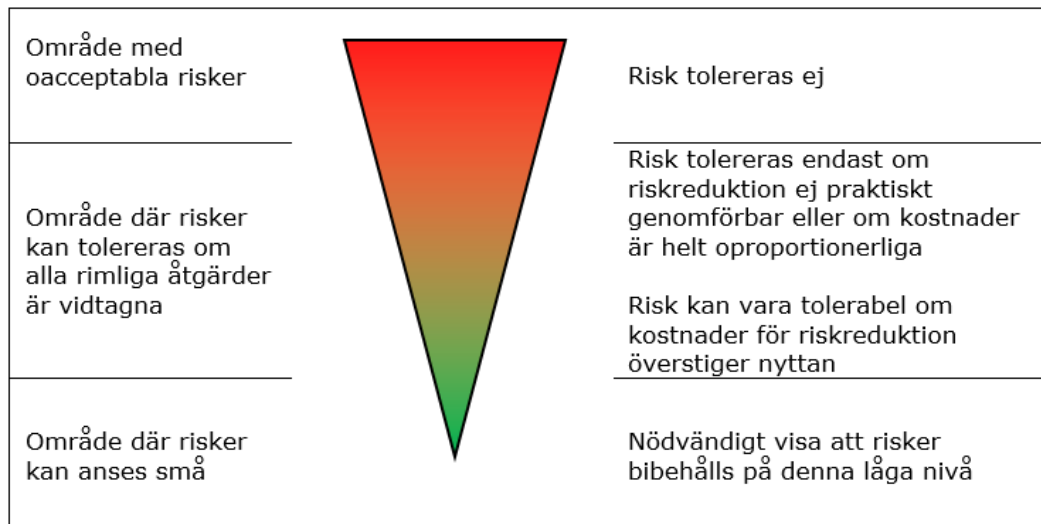
**Fördelningsprincipen:** Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.

**Principen om undvikande av katastrofer:** Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Varje länsstyrelse beslutar istället om vilka riskkriterier som ska användas inom det geografiska ansvarsområdet.

I enlighet med gällande branschpraxis används kriterier framtagna av Det Norske Veritas (DNV) på uppdrag av Räddningsverket gällande såväl individ- som samhällsrisk [5]. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som frekvensen med vilken en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 3-2.

## Riskutredning



Figur 3-2. Princip för värdering av risk [5].

Följande förslag till tolkning föreslås:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas där den riskreducerande effekten verifieras.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-/nyttoanalys (CBA).
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Det är dock viktigt att visa att riskerna kommer fortsätta att vara acceptabla, att riskhanteringen framöver fortlöper och att åtgärder som kan införas utan kostnad också införs.

Dessa förslag till kriterier för värdering av risk för industrier och transportleder har med tiden blivit vedertagna vid riskutredningar i Sverige. De liknar de kriterier som finns i flera andra länder i Europa. Kriterierna utformas som ett intervall med en övre gräns över vilken risker ej accepteras och en undre gräns under vilken risker är acceptabla. Mellan dessa gränser finns ett intervall som benämns ALARP enligt ovan. Gränserna ska dock inte uppfattas som ett svar på vad samhället faktiskt accepterar utan endast ett exempel på en metod att kvantifiera kriterierna.

För individrisk föreslås följande kriterier [5]:

## Riskutredning

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar kan tolereras:  $10^{-5}$  per år  
Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små:  $10^{-7}$  per år

Kriterierna för individrisk avser en hypotetisk oskyddad person utomhus.

För samhällsrisk föreslås följande kriterier [5]:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:  $F=10^{-4}$  per år för  $N=1$  med lutning på F/N-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:  $F=10^{-6}$  per år för  $N=1$  med lutning på F/N-kurva: -1

För transportleder föreslås kriterierna av Räddningsverket [5] gälla för en sträcka av 1 km. Kriterier för samhällsrisk tillämpas generellt på ett kvadratisk område med arean  $1 \text{ km}^2$  i anslutning till transportleden.

## Riskutredning

### 4 Beskrivning av planområde

Planområdet för detaljplanen för Västötet 3:25 m.fl. är beläget intill järnvägen i Älvsborgsbanan och Östra vägen i västra Grästorp. Den ungefärliga aktuella ytan är markerad i rött i Figur 4-1.



Figur 4-1. Planområdets avgränsning visas i rött och intilliggande järnväg och väg i streckad vit linje.

Den största delen av området är inte exploaterat idag och utgörs huvudsakligen av jordbruksmark och ligger intill ett befintligt industriområde. Planerad markanvändning för planområdet är industri.

#### 4.1 Skyddsvärda objekt

Den här riskutredningen fokuserar på oavsiktliga olycksrisker som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skyddsvärda objekt med avseende på individrisken är personer som vistas i och utanför byggnader inom det aktuella planområdet. Skyddsvärda objekt med avseende på samhällsrisken är personer som vistas i och utanför byggnader inom ett kvadratisk område med arean 1 km<sup>2</sup> i anslutning till järnvägen.

##### 4.1.1 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar med avseende på samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratisk område med arean 1 km<sup>2</sup> i anslutning till

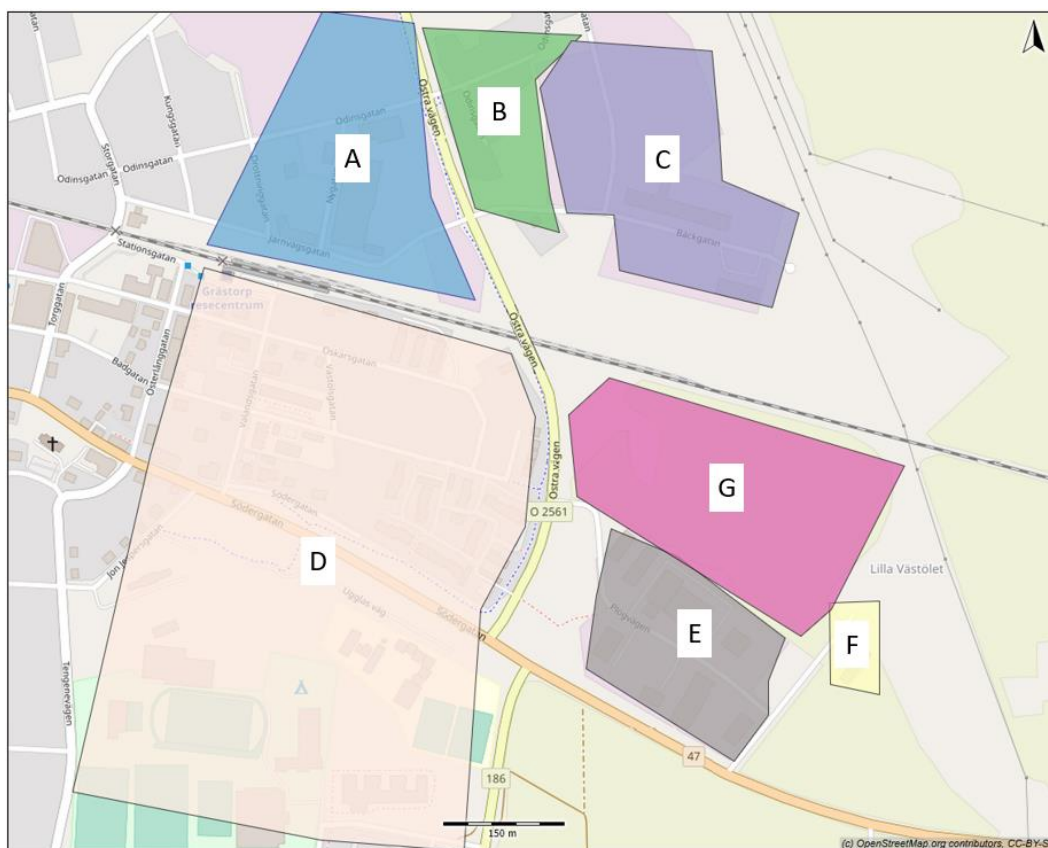


## Riskutredning

transportleden för farligt gods eftersom kriterierna för samhällsrisk generellt tillämpas på ett sådant område.

Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisken som planförslaget medför.

Utöver planområdet (område G i kommande figurer och tabeller) beaktas ytterligare 6 områden i anslutning till planområdet som ingår i det kvadratiske området med arean 1 km<sup>2</sup>, se Figur 4-2. I Tabell 4-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan.



Figur 4-2. Indelning av område efter markanvändning inom 1 km<sup>2</sup> i aktuellt område.

Tabell 4-1. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan.

Område	Markanvändning	Kommentar
A	Industri	1 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ungefär 70 personer som befinner sig på platsen på dagen. 10% (7 personer) antas befinna sig på platsen på natten.
B	Bostäder	4 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ca 80 personer bosatta i området. 60% (48 personer) antas befinna sig i området

## Riskutredning

		på dagen till följd av arbeten och skola, 100% antas befinna sig i sina bostäder på natten.
C	Industri	1 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ungefär 75 personer som befinner sig på platsen på dagen. 10% (8 personer) antas befinna sig på platsen på natten.
D	Bostäder, skola och annan centrumverksamhet såsom badhus och idrottsplats	4 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ca 800 personer bosatta i området. 60% (480 personer) antas befinna sig i området på dagen till följd av arbeten och skola, 100% antas befinna sig i sina bostäder på natten.
E	Tillkommande industriområde	1 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ungefär 80 personer som befinner sig på platsen på dagen. 10% (8 personer) antas befinna sig på platsen på natten.
F	Industri	1 000 personer/km <sup>2</sup> vilket innebär ungefär 45 personer som befinner sig på platsen på dagen. 10% (5 personer) antas befinna sig på platsen på natten.
G	Bostäder	Ca 4 bostäder, antas att 2,6 personer [6] är bosatta i dessa och att 100% finns på plats på natten och 60 % på natten.

Personbelastningen för varje enskilt område beskrivs med hjälp av följande parametrar:

- Antalet personer i området för såväl dagtid som nattetid
- Andel personer inomhus för såväl dagtid som nattetid
- Nyttjandegrad

Antalet personer i området beskriver hur många personer som befinner sig i området under såväl dagtid som nattetid. Andelen personer inomhus beskriver hur stor andel av personbelastningen som befinner sig inomhus och anges för såväl dagtid som nattetid. Nyttjandegraden beskriver hur många dagar av året ett visst område används.

Personbelastningen för utvecklingsalternativet och nollalternativet redovisas i Tabell 4-2. Områden med ändringar i jämförelse med utvecklingsalternativet är markerade med kursiv text i Tabell 4-2. För mer detaljer gällande personbelastningen hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 4-2. Sammanfattning av personbelastning.

Område	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
A	70	8	0,93	0,99	365
B	80	48	0,93	0,99	365
C	75	8	0,93	0,99	365
D	800	480	0,93	0,99	365
E	80	8	0,93	0,99	365
F	45	5	0,93	0,99	365
G	10	6	0,93	0,99	365

## Riskutredning

### 5 Riskobjekt

Intill planområdet löper de järnvägarna Älvsborgsbanan där det i nuläget endast går persontrafik. Järnvägen är dock en omledningsbana för Norge-Vänerbanan där det genomförs transporter för farligt gods. Även på Östra vägen, som är en primär led för transport av farligt gods, ligger intill planområdet.

De identifierade riskobjekten som kommer analyseras vidare är transporter av farligt gods på Älvsborgsbanan och Östra vägen.

#### 5.1 Väg

Östra vägen (väg 2561) löper från Södergatan i söder, norrut, över bro över järnvägen och fortsätter norrut där den ansluter till väg 44. Hastighetsgränsen för vägen är idag 60 km/h. Det finns planer på att leda trafiken från centrala Grästorp till Östra vägen, projekt "Väg 47/Östra vägen, åtgärder förbifart Grästorp". Omledningen innebär en ökad trafikmängd på Östra vägen. Andelen farligt gods bör dock inte öka betydligt då denna trafik redan i nuläget ska gå utmed den rekommenderade transportleden för farligt gods, Östra vägen, och inte genom centrala Grästorp.

##### 5.1.1 Trafikuppgifter

Det här avsnittet sammanfattar trafikuppgifter för Östra vägen förbi planområdet. För mer detaljerad information om dessa uppgifter hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Trafikuppgifter för den aktuella delen av Östra vägen som används i beräkningarna presenteras i Tabell 5-1. Trafiksiffrorna gäller den totala trafikmängden för båda riktningar och kommer från Trafikverkets rapport [7]. Farligt gods på vägen antas vara 4% vilket baseras på statistik över Sveriges vägar och beskrivs vidare i beräkningsbilagan.

Tabell 5-1. Trafikuppgifter för Östra vägen i Grästorp. [7]

Trafiktyp	ÅDT nuläge [7]*	ÅDT 2040 med ombyggd väg [7]
Total trafik	1 650	6 800
Tung trafik	200	1 700
Farligt gods**	8	68

\*Framgår inte om mätåret är 2012 eller 2017

\*\*Med antagandet 4% av tung trafik

##### 5.1.2 Fördelning av farligt gods vägtransporter

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella vägsträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods på väg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 5-2. För mer ingående beskrivning av framtagna fördelning av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen. Det har inte framkommit några särskilda uppgifter som innebär att vi bör justera den generella fördelningen.

## Riskutredning

Tabell 5-2. Fördelning av farligt gods på väg som används i beräkningar.

	Klass	Fördelning [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	0,97
2.1	Brandfarliga gaser	4,58
2.2	Icke brandfarliga eller giftiga gaser	14,69
2.3	Giftiga gaser	0,10
3	Brandfarliga vätskor	50,82
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen och ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	3,16
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,55
6	Giftiga och smittförande ämnen	4,99
7	Radioaktiva ämnen	0,04
8	Frätande ämnen	13,52
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4,60
	<b>Totalt</b>	<b>100,00</b>

### 5.2 Järnväg

Älvsborgsbanan förbinder Borås och Uddevalla och är enkelspårig öster om planområdet men övergår utmed planområdet till dubbelspår som går in mot Grästorp station. Persontrafiken körs av SJ på uppdrag av länstrafikbolaget Västtrafik och utgörs av elmotorvagnar. Den ordinarie godstrafiken är relativt liten men banan fungerar som omledningsbana av Norge-Vänerbanan vilket innebär att det, vid arbete eller problem på Norge-Vänerbanan kan det gå transporter av gods och även farligt gods på Älvsborgsbanan.

#### 5.2.1 Trafikuppgifter

Det här avsnittet sammanfattar trafikuppgifter för Älvsborgsbanan för 2040. För mer detaljerad information om dessa uppgifter hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen. Trafikuppgifter för den aktuella delen av Älvsborgsbanan som används i beräkningarna presenteras i Tabell 5-3. I beräkningarna antas det att farligt gods utgör 6% av den totala godstransporten, se resonemang i beräkningsbilagan tillhörande denna riskutredning.

Tabell 5-3. Trafikuppgifter för den aktuella delen av Älvsborgsbanan samt trafik inkl. omledning av Norge-Vänerbanan 2040 [8].

Trafiktyp	Älvsborgsbanan 2040	Älvsborgsbanan inkl. omledningstrafik Norge-Vänerbanan 2040
Total trafik	23,0	85
Persontåg	22,8	63,1
Godståg	0,2	22,8

#### 5.2.2 Fördelning av farligt gods på järnväg

I samband med transport på järnväg används benämningen RID-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den

## Riskutredning

aktuella järnvägssträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods på järnväg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 5-4. För mer ingående beskrivning av framtagna fördelning av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 5-4. Fördelning av farligt gods på järnväg som används i beräkningar.

	<b>Klass</b>	<b>Fördelning [%]</b>
1	Explosiva ämnen och föremål	0,00034
2.1	Brandfarliga gaser	19,24
2.2	Icke brandfarliga eller giftiga gaser	0,68
2.3	Giftiga gaser	6,43
3	Brandfarliga vätskor	26,47
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen och ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	3,72
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	22,83
6	Giftiga och smittförande ämnen	2,03
7	Radioaktiva ämnen	0,01
8	Frätande ämnen	18,02
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,58
	<b>Totalt</b>	<b>100</b>

## Riskutredning

### 6 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

#### 6.1 Mekanisk påverkan av urspårande tåg

Vid urspårning av tåg längs den aktuella järnvägssträckan kan tågagnar lämna järnvägsbanan och medföra mekanisk skada på omgivningen. Detta gäller både gods- och persontåg. En sådan olycka kan orsaka direkt skada på oskyddade människor som befinner sig i närheten och det kan även orsaka skada på intilliggande byggnader och därmed skada människor som befinner sig i dessa. Hastigheten som tåget färdas i påverkar den sträcka som det urspårade tåget kan påverka, både vinkelrätt mot och parallellt med spåret. Även topografin och markförhållandena har betydelse för hur långt ett urspårat tåg kan transporteras.

Urspårning kan orsakas av att tåget kör i hastigheter eller med laster som inte står i relation till anläggningens dimensionering och eventuella kurvor. Om anläggningen i sig har brister i form av exempelvis växelfel eller rälsbrott kan detta innebära en annan orsak till urspårning. Även skador på tåg kan medföra urspårning. Exempel på skador på tåg som kan medföra urspårning är axelbrott vid hjulaxlarna, skadade hjul, bromsfel och fel i styrsystemet. Andra orsaker till urspårning är olika typer av hinder på spåret, exempelvis nedfallna träd, rasmassor eller fordon. Även vädret kan spela in då solkurvor, lövhalka samt is- och snöbeläggning kan orsaka urspårning.

Urspårning av såväl persontåg som godståg kan leda till mekanisk påverkan på omgivningen och kan därmed leda till dödsfall om människor befinner sig i områden som påverkas av ett urspårat tåg. Om ett godståg som transporterar farligt gods spårar ur kan det leda till olyckor med farligt gods. Sådana olyckor beskrivs i avsnitt 6.2.

#### 6.2 Olycka med farligt gods

Produkter som har potential att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka går under begreppet farligt gods. Transporterat farligt gods på väg/järnväg delas in i ett antal så kallade ADR/RID-klasser beroende på ämnets art och vilken risk som ämnet förknippas med:

- Klass 1: Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2: Gaser
- Klass 3: Brandfarliga vätskor
- Klass 4.1: Brandfarliga fasta ämnen
- Klass 4.2: Självantändande ämnen
- Klass 4.3: Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser
- Klass 5.1: Oxiderande ämnen
- Klass 5.2: Organiska ämnen
- Klass 6.1: Giftiga ämnen
- Klass 6.2: Smittsamma ämnen
- Klass 7: Radioaktiva ämnen
- Klass 8: Frätande ämnen
- Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

## Riskutredning

Klasserna ovan utgör en god indelningsgrund vid en riskinventering och tillämpas i beräkningarna med följande undantag:

- Klass 2 delas in i följande underklasser eftersom respektive underklass ger upphov till olikartade olycksförlopp:
  - Klass 2.1: Brandfarliga gaser
  - Klass 2.2: Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
  - Klass 2.3: Giftiga gaser
- Klass 4.1, klass 4.2 och klass 4.3 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade
- Klass 5.1 och klass 5.2 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade
- Klass 6.1 och klass 6.2 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade

Riskerna längs med en transportled för farligt gods beror i stor utsträckning på fördelningen av klasser av farligt gods som transporteras på den aktuella transportleden. Fördelningen av farligt gods på aktuell transportled, som används i beräkningarna, presenteras i avsnitt 5. För ytterligare information om framtagandet av fördelningen av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

### 6.2.1 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Det här avsnittet presenterar vilka klasser av farligt gods som kan förväntas påverka det aktuella planområdet vid en eventuell olycka. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

#### **Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål**

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 underklasser som benämns 1.1 till 1.6. Av dessa underklasser är det primärt underklass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexlosion) som har ett skadeområde som är så pass utbrett att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde.

Exempel på varor som tillhör underklass 1.1 är sprängämnen och krut. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion med ämnen i underklass 1.1 härrör från direkta tryckskador men även från värmeinstrålning. Dessutom är indirekta skador till följd av sammanstörtade byggnader troliga. En olycka med ämnen i underklasserna 1.2 till 1.6 medför inte samma typ av konsekvenser och skador som en olycka med ämnen i underklass 1.1. Dessa konsekvenser handlar snarare om splitter eller dylikt som flyger iväg från olycksplatsen [9].

*Bedömning klass 1:* Regelverket kring transport av explosiva ämnen och föremål är mycket strikt och därmed bedöms sannolikheten för en olycka med explosiva ämnen och föremål som mycket låg. Transporter med explosiva ämnen och föremål förekommer dock och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med explosiva ämnen och föremål beaktas därför i beräkningarna.



## Riskutredning

### **Klass 2.1 – Brandfarliga gaser**

Samtliga gaser i klass 2.1 kan transporteras i följande fysikaliska former [10]:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid temperaturen -50°C)
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över -50°C)
- Kyld och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på en brandfarlig gas. Gasol transporteras oftast som kondenserad gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion
- BLEVE

#### Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och antänds direkt. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken [11].

#### Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till två principiellt olika förlopp, gasmolnsbrand respektive gasmolnsexplosion. Gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en lägre förbränningshastighet som ej genererar en tryckvåg. En gasmolnsbrand kan medföra skador på människa och egendom till följd av, i första hand, värmestrålning [11].

Vid en gasmolnsexplosion är förbränningshastigheten högre och en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, d.v.s. flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än om explosionen är av typen detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft och, i de flesta fall, att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människa och egendom både till följd av värmestrålning och direkta samt indirekta skador av tryckvågen.

#### BLEVE

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv

## Riskutredning

värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Detta kan exempelvis ske vid händelse av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

*Bedömning klass 2.1:* Transporter av brandfarliga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga gaser beaktas därför i beräkningarna. Vid en eventuell olycka bedöms jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE kunna inträffa.

### **Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser**

Ämnen i klass 2.2 är inte brandfarliga eller giftiga.

*Bedömning klass 2.2:* Dessa ämnen utgör ingen fara för personer som vistas i närheten av transportleder för farligt gods. Olyckor med icke brandfarliga och icke giftiga gaser beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 2.3 – Giftiga gaser**

Samtliga gaser i klass 2.3 kan transporteras i följande fysikaliska former [10]:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid temperaturen  $-50^{\circ}\text{C}$ )
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över  $-50^{\circ}\text{C}$ )
- Kyld och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas sprider sig från olycksplatsen, vilket kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka och kan påverka områden hundratals meter från källan. De två gaser som vanligtvis brukar involveras i riskutredningar är ammoniak och klorgas.

#### Ammoniak

I samband med utsläpp av tryckkondenserad ammoniak sker en kraftig förångning av gasen. Små droppar eller aerosoler av vätskeformig ammoniak finns dock kvar i gasmolnet vilket medför att gasmolnet inledningsvis beter sig som en tung gas. Spridning av gasen sker därför initialt i sidled längs marken. Efter inblandning av luft i gasmolnet samt förångning av aerosolerna sjunker gasmolnets densitet vilket medför att ammoniak även sprids i höjdlid. Vattenfri ammoniak transporteras tryckkondenserad och kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer.

#### Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan även spridas i höjdlid efter inblandning av luft i gasmolnet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak.

## Riskutredning

*Bedömning klass 2.3:* Transporter av giftiga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med giftiga gaser beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 3 – Brandfarliga vätskor**

Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. En pölbrand kan påverka människor genom strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig och inandning av giftiga brandgaser. Påverkan genom värmestrålning förväntas inom avstånd med storleksordningen tiotals meter från olycksplatsen beroende på typ av vätska och mängd som är involverad i olyckan.

*Bedömning klass 3:* Transporter av brandfarliga vätskor är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga vätskor beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen**

Exempel på ämnen inom klass 4 är metallpulver (t.ex. kisel-, magnesium- och aluminiumpulver), tändstickor, aktivt kol och fiskmjöl. Konsekvenserna av en olycka med dessa ämnen är brand med påföljande strålning och giftig rök.

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen såsom ferrokisel, vit fosfor m.fl. ska leda till brandrisk krävs t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Mängden brandfarlig gas som bildas står i proportion till mängden tillgängligt vatten.

*Bedömning klass 4:* Konsekvenserna vid en olycka med ämnen i klass 4 begränsas till närområdet på olycksplatsen och värmeinstrålningarnivåerna är endast farliga för människor i den absoluta närheten av branden. Olyckor med ämnen i klass 4 beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider**

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen (t.ex. diesel) genomgå en exoterm reaktion och orsaka en häftig explosiv brand. Vid kontakt med vissa metaller kan de sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand. Det finns även risk för kraftiga explosioner där människor kan komma till skada. Syrgas kan förvärra en brand i organiskt material och ska därför hållas åtskilt från sådana material.

Organiska peroxider innehåller förutom oxidationsmedel även ett bränsle, vilket adderar ett extra riskelement till denna delklass. Ämnena kan reagera med flertalet metaller, syror, baser och andra kemiska föreningar.

Det finns också vissa organiska peroxider som kräver att en så kallad kontrolltemperatur ska säkerställas under transporten. Den så kallade kontrolltemperaturen är ca. 10 – 20 grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kylta förhållanden, i form av kylcontainrar eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan hög frigjord energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion.

## Riskutredning

Kraftiga och svårstoppade brand- och explosionsförlopp kan då bli följden. För dessa ämnen finns därför också en så kallad nödtemperatur på ca. 5 – 10 grader under SADT som innebär att nödtåtgärder då måste sättas in under transporten [12, 13, 14, 15].

*Bedömning klass 5:* Transporter av ämnen i klass 5 är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med dessa ämnen beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen**

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på ämnen som tillhör klass 6. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs fysisk kontakt med eller förtäring av dem. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

*Bedömning klass 6:* Det krävs fysisk kontakt med eller förtäring av ämnena för att människor ska utsättas för risk. Olyckor med giftiga ämnen och smittsamma ämnen beaktas därför inte i beräkningarna.

### **Klass 7 – Radioaktiva ämnen**

Ämnen som räknas till klass 7 kan vara medicinska preparat, mätinstrument, pacemakers och kärnavfall. Konsekvenserna är oftast väldigt begränsade till närområdet, men om stora mängder transporteras, t.ex. kärnavfall, kan konsekvenserna bli större.

*Bedömning klass 7:* Mängden radioaktiva ämnen som transporteras i Sverige är minimalt och transportererna är behäftade med stor säkerhet och ett antal försiktighetsåtgärder, varför sannolikheten för en olycka bedöms som mycket låg. Dessutom är konsekvenserna normalt begränsade till olycksplatsens närområden. Olyckor med radioaktiva ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 8 – Frätande ämnen**

Olyckor med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan kring olycksplatsens närområden. Skador uppkommer endast om individer får ämnet på huden.

*Bedömning klass 8:* Konsekvenserna är begränsade till olycksplatsens närområden och det krävs att människor kommer i kontakt med de frätande ämnena för att skadas. Olyckor med frätande ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna. Vissa ämnen i klass 8 kan bilda giftiga gaser (exempelvis fluorvätesyra). Det finns inget som tyder på att sådana ämnen skulle utgöra en större del av transportererna av klass 8 utmed aktuell sträcka, därför antas att dessa ämnen kan räknas in i olycksscenario med klass 2.3.

### **Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål**

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. I samband med en olycka förväntas ingen spridning av dessa ämnen och föremål.

*Bedömning klass 9:* Konsekvenserna är begränsade kring olycksplatsens närområden. Olyckor med övriga farliga ämnen och föremål beaktas därmed inte i beräkningarna.

## 6.3 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenario bör beaktas i riskanalysen:

## Riskutredning

- Urspårning av tåg: mekanisk påverkan
- Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion och BLEVE
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand

I beräkningsbilaga redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion.

## Riskutredning

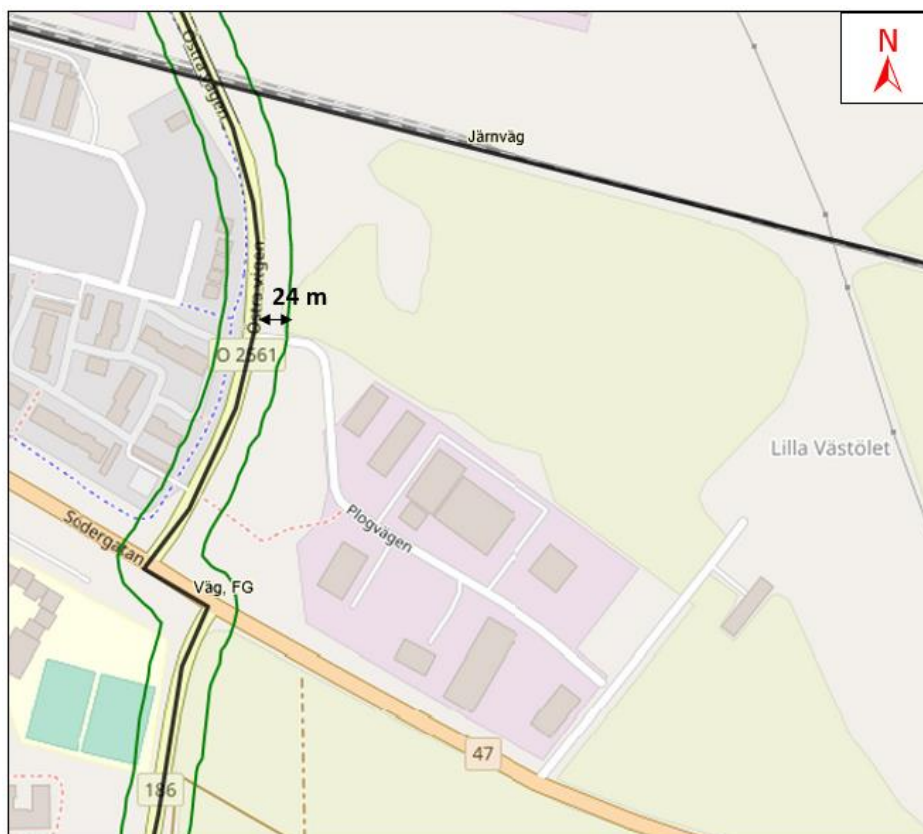
### 7 Riskanalys

I det här avsnittet presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen. Resultaten gäller för prognosår 2040 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer gällande den beräkningsmetodik som använts hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

#### 7.1 Individrisk

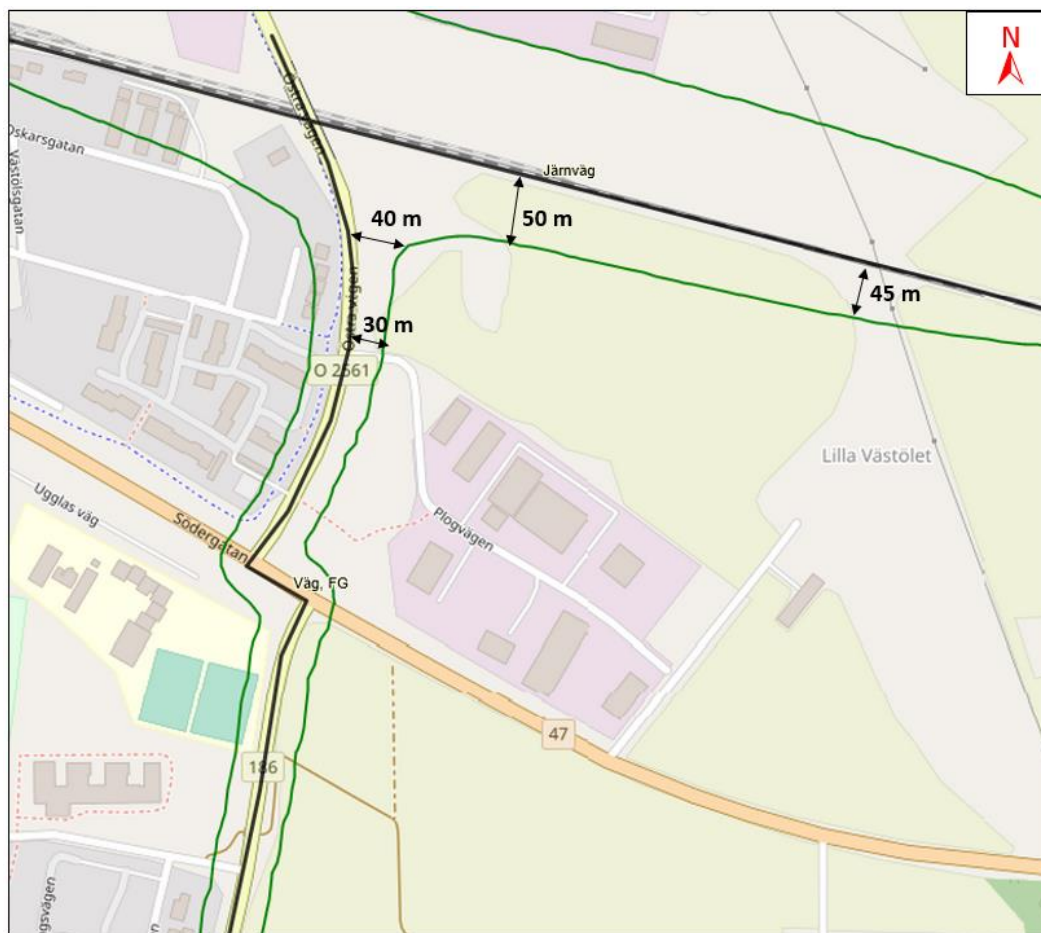
Nedan presenteras resultaten från beräkning av individrisk. Eftersom individrisken är oberoende av persontäthet är denna samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

Figur 7-1 visar individrisken då den tunga trafiken leds om på Östra vägen samt med aktuell prognos för Älvsborgsbanan. I Figur 7-2 görs beräkningar då det antas att all trafik från Norge-Vänerbanan leds om till Älvsborgsbanan förbi aktuellt område samt att den tunga trafiken från centrala Grästorp leds om till Östra vägen.



Figur 7-1. Beräknad individrisk från väg och järnväg vid omledning av trafiken från Grästorp till Östra vägen men med prognostiserad mängd tåg på Älvsborgsbanan.

## Riskutredning



Figur 7-2. Beräknad individrisk från järnväg och väg vid omledning av centrala trafiken till Östra vägen samt omledning av Norge-Vänerbanan till Älvsborgsbanan.

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av ett riskobjekt.

Följande resultat för individrisken för olycka med farlig gods kan konstateras:

- Oacceptabel risk från riskobjektet förekommer inte på något avstånd.
- Risk inom ALARP-området förekommer på avstånd som varierar mellan ca 30-50 meter från väg och järnväg.
- Risken är relativt låg i området även om det antas en högre andel farligt gods på järnväg och väg än vad som är fallet idag.

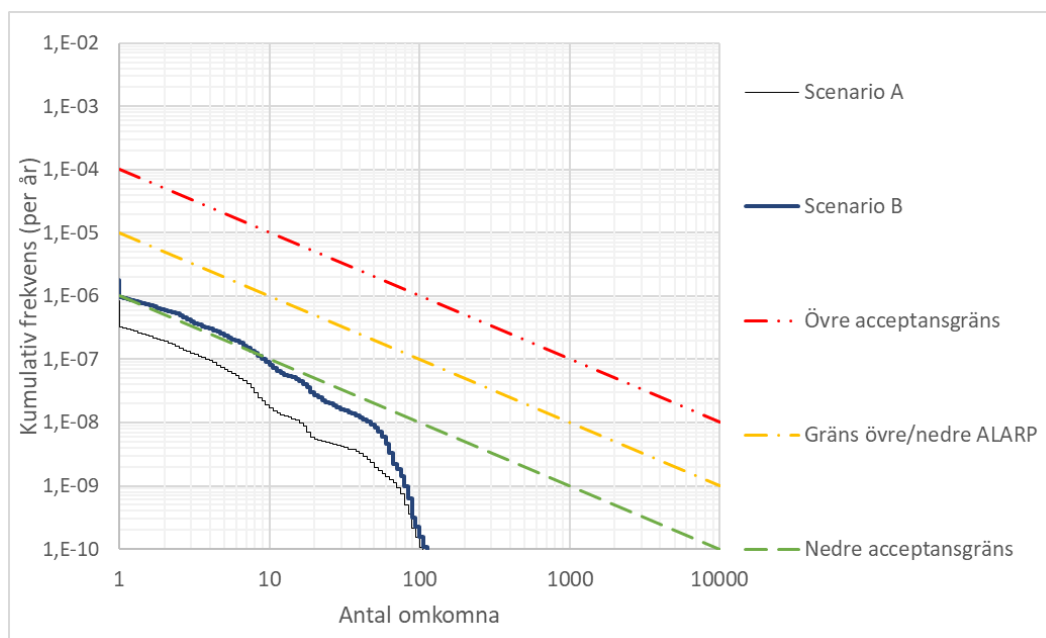


## Riskutredning

### 7.2 Samhällsrisk

Resultaten för samhällsrisken omfattar endast olycka med farligt gods och inte urspårning av tåg. Detta då urspårning av tåg enbart har lokal påverkan i omedelbar anslutning till järnvägen och bedöms därmed inte ha någon betydande påverkan på resultaten för samhällsrisken.

Figur 7-3 visar samhällsrisken från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor för utvecklingsalternativet och nollalternativet. För båda scenarier antas att den tunga trafiken från centrala Grästorp leds om och går förbi aktuellt område. För **Scenario A** antas den prognos för trafikmängd på Älvsborgsbanan på aktuell sträcka med mycket få godstransporter och för **Scenario B** antas att Norge-Vänerbanan leds om till Älvsborgsbanan förbi aktuellt område.



Figur 7-3. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods.

Följande resultat för samhällsrisken för utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 7-3.

- Oacceptabel risk förekommer inte.
- Risken är inom det nedre ALARP-området för händelser där färre än 10 personer omkommer och endast för det mer osannolika Scenario B, att trafik från Norge-Vänerbanan leds om på Älvsborgsbanan.
- Risken är acceptabel för händelser där fler än 10 personer förväntas omkomma.

### 7.3 Kvalitativ analys urspårning

Ett tågset kan spåra ur av flera olika orsaker, vilka beskrivs i 4.2.3. Både persontåg och godståg kan spåra ur och orsaka skada på intilliggande bebyggelse samt människor som rör sig i området. Antalet tåg som trafikerar spåren är relativt få.

## Riskutredning

I Tabell 52 presenteras sannolikheten för att ett tåg hamnar på ett visst avstånd från järnvägen vid urspårning [17]. Källan anger inte hur avståndet ska förstås, d.v.s. om det är avståndet från närmsta spärräl eller från spärrmitt. I denna utredning antas avståndet utgå från spärrmitt.

Tabell 7-1. Sannolikheten för olika tågtyper att hamna på olika avstånd från spåret efter urspårning [33].

Avstånd från spår [meter]	Sannolikhet [%]					Okänt
	0-1	1-5	5-15	15-25	>25	
<b>Persontåg</b>	69	16	2	2	0	12
<b>Godståg</b>	64	18	5	2	2	9

Störst andel av urspårningarna, nästan 70 %, hamnar inom 1 meter från järnvägen. Endast ca 2% av godstågen och 0% av resandetågen hamnar på ett avstånd längre än 25 meter från spärrmitt, bortom detta avstånd är risken för påverkan av en urspårning mycket låg. I dagsläget planeras ingen bebyggelse inom 25 meter från spärrmitt inom aktuellt område. Skulle detta ändras kan eventuella åtgärder för att minska risken för skada vid urspårning krävas.

Det är alltså mycket osannolikt att persontåg spårar ur och hamnar bortanför 25 meter från spåret. Det finns en liten sannolikhet att godståg hamnar bortom 25 meter från spåret och antalet godståg på Älvsborgsbanan är mycket få vilket minskar sannolikheten ytterligare att detta skulle inträffa på aktuell sträcka. Spåret går inte i någon kurva och det finns inte heller växlar på sträckan som kan innebära en högre sannolikhet för urspårning. Inga skyddsåtgärder för att hantera riskbidraget avseende urspårning föreslås därför.

## Riskutredning

### 8 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys

I känslighetsanalysen beskrivs hur känsligt analysresultatet är för antaganden och indata för vissa särskilt viktiga parametrar. I osäkerhetsanalysen beskrivs osäkerheterna i indataparametrar och hur detta har hanterats i analysen.

#### 8.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. Variationer studeras här avseende följande parametrar:

- Antal transporter av farligt gods
- Personbelastning
- Konsekvenser för studerade olycksscenarioer

##### 8.1.1 Antal transporter av farligt gods

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i antalet transporter. Detta innebär att en procentuell förändring av antalet transporter ger motsvarande variation av resultatet.

##### 8.1.2 Personbelastning

Det kan konstateras att förändring i personbelastning inom det studerade planområdet har en påverkan på samhällsriskerna men inte på individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i personbelastning och samhällsriskens känslighet för dessa variationer. En allmän ökning av personbelastningen ger en allmän ökning av samhällsriskerna men det är svårt att ange i exakt vilket område av F/N-kurvan ökningen sker. Klart är dock att en ökning i personbelastning innebär en förskjutning av F/N-kurvan uppåt och åt höger.

##### 8.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarioer

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarioer bedöms som relativt stor. Konsekvensberäkningar av olyckor till följd av bränder och utsläpp av gaser är beroende av en rad olika parametrar såsom hålorlek för utsläpp och diverse väderparametrar. Varierande väderparametrar såsom vindhastighet, vindriktning och stabilitetsklass samt varierande hålorlekar för utsläpp har hanterats i analysen. Av erfarenhet är det känt att just dessa parametrar kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd särskilt för spridning av gaser.

En annan parameter som kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd för spridning av gaser benämns ytråhet och beskriver topografin i området. Ytråhet som motsvarar skogsmark eller stadsmiljö bidrar till ökad mekanisk turbulens och således snabbare utspädning av ett gasmoln. Ett konservativt val av ytråhet har tillämpats i analysen för att hantera denna osäkerhet.

Av erfarenhet är det känt att parametrar såsom yttertemperatur, solinstrålning och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavstånd och hanteras därför inte.

## Riskutredning

### 8.2 Osäkerhetsanalys

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Den epistemiska osäkerheten handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin elimineras med ytterligare insamling av information. Stokastisk osäkerhet går däremot inte att eliminera och handlar om naturlig variabilitet i exempelvis vindhastigheter och vindriktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framför allt epistemisk osäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa graden av osäkerhet i det underlag som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- Antal transporter av farligt gods
- Sannolikhet för olyckor
- Personbelastning
- Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Det tillvägagångssätt som genomgående används för att möta effekten av osäkerheten i indata är tillämpande av bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller.

#### 8.2.1 Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor

Antalet transporter av farligt gods och sannolikheten för olyckor är baserat på diverse historiska data som utgör grund för uppskattning av såväl typ som mängd av farligt gods samt frekvens för olycka med farligt gods. Att använda historiska data i beräkningar för ett framtidsscenario innebär alltid osäkerheter med begränsade möjligheter att analysera och utreda dessa.

Det finns osäkerheter som kan innebära att sannolikheten för olycka är högre än vad statistiken anger. Exempelvis kan lokala förhållanden innebära en ökad olycksrisk, både vad gäller risk för urspårning samt förekomst av farligt gods. Generellt finns dock anledning att anta att sannolikheten för olycka kommer minska till följd av utveckling av säkrare fordon och teknik. Sådan minskning av sannolikhet för olycka tas inte hänsyn till, vilket innebär att framräknade olycksfrekvenser inte bedöms medföra en underskattad risk.

#### 8.2.2 Personbelastning

Personbelastningen inom aktuellt område som används i beräkningarna är baserad på ett antal antaganden. Ett flertal av dessa utgår från schablonvärden för olika typer av verksamheter, vilket innebär att de kan avvika från lokala förutsättningar.

Det har inte tagits hänsyn till att det kan vara lägre beläggning på industriområden under semester och helger och dessutom har det antagits att det kan finnas personer som arbetar i skift på industrierna.

Generellt är bedömningen att antagandena är konservativa för Grästorp som är en relativt liten ort med mycket "tomma ytor" jämfört med andra större orter som använder samma antaganden avseende personbelastningar för industri och bostadsområden, därutöver har

## Riskutredning

ett större område än "verkliga" bostadsområden och industriområden valts osäkerheter kopplade till personbelastningen bedöms inte behöva utredas vidare.

### 8.2.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Osäkerheten avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier bedöms vara beroende på scenariobeskrivningarna. Här bedöms osäkerheten avseende representativa scenarier vara relativt liten. Det finns vissa osäkerheter kring förekomsten av olika ämnen inom de olika klasserna. Bedömningen är dock att de ämnen som i beräkningarna representerar de olika klasserna innebär allvarligare konsekvenser än majoriteten av de ämnen som transporteras inom respektive klass. Antagandena bedöms alltså vara konservativa och medför troligen en ökning av risken som är större än vad som faktiskt gäller. Vidare finns en betydande osäkerhet inför så kallade extremhändelser såsom transporter av farligt gods utanför gällande regelverk eller uppsåtliga händelser. Det kan emellertid konstateras att övergripande metodik för en riskutredning av detta slag inte rymmer en analys av sådana konsekvenser.

## Riskutredning

### 9 Slutsatser

Utifrån planerad markanvändning med industri som innebär en mindre känslig verksamhet bedöms risken, både med avseende på urspårning och olycka med farligt gods, vara acceptabel utan några riskreducerande åtgärder. Riskreducerande åtgärder bedöms inte vara motiverade kostnadsmässigt till följd av de låga risknivåerna, som även hålls låga vid omledning av trafiken på både Östra vägen och Älvsborgsbanan.

Individrisken ligger inom ALARP från Östra vägen inom 30 meter från vägkant. Industriändamål bedöms ändå kunna placeras intill vägen då individrisken främst begränsar oskyddade personer, dvs. personer som vistas utomhus. Samhällsrisken är acceptabel för det troliga scenariot att omledning inte sker från Norge-Vänerbanan men hamnar strax över nedre ALARP-gränsen om omledning sker. Detta bedöms dock inte vara sannolikt och till följd av den låga risken bedöms det inte vara ekonomiskt försvarbart att genomföra åtgärder avseende farligt gods i aktuell detaljplan.

Ett visst bebyggelsefritt avstånd till väg och järnväg alltid att rekommendera för att möjliggöra utbyggnad och underhåll av dessa. Därutöver kan trafikanter skadas vid urspårning eller vid avåkning av väg om det finns byggnation intill dessa.

Sammanfattningsvis kan alltså industriområde etableras utan hänsyn till riskreducerande åtgärder med avseende på risker från farligt gods och urspårning av tåg.

## Riskutredning

### 10 Referenser

- [1] Trafikverket, "Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg," 14 09 2020. [Online]. Available: <https://www.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/>. [Använd 21 09 2021].
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [3] TNO Riskcurves, "RISKCURVES 10.1.9.12276," 2018. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/>.
- [4] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book",," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [5] Räddningsverket, "Värdering av risk," Karlstad, 1997.
- [6] SCB, "Antal och andel personer och hushåll efter boendeform den 31 december 2021," 22 04 2022. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/tabell-och-diagram/antal-och-andel-personer-och-hushall-efter-boendeform/>. [Använd 09 09 2022].
- [7] Trafikverket, "PM Trafik och vägutformning, Väg 47/Östra vägen, åtgärder förbifart Grästorp," <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/74d389aa061a404d90b7b14e97525b1b/pm-trafik1t140003.pdf>, 2020.
- [8] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning," 2022.
- [9] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [10] MSB, "MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019," 2018.  
]
- [11] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.  
]



## Riskutredning

[12 PLASTICS, "Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices," Organic Peroxide  
] Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.

[13 MSB, "Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen,"  
] 2014.

[14 MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid,  
] 1999.

[15 MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska  
] peroxider, 1996.