

DETALJPLAN SÖDRA SANDEN

RISKUTREDNING MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS



[RAPPORT]

UPPDRAGSNUMMER 30030552

2022-01-13

SWECO SVERIGE AB

UPPDRAGSLEDARE	Elisabeth Nejdmo
HANDLÄGGARE	Vania Khairallah, Björn Arvidsson
GRANSKAD AV	Johan Nimmermark

Sammanfattning

Skanska har för avsikt att ta fram en ny detaljplan för Sanden väster om vägen Vassbottenleden i Vänersborg.

Sweco har på uppdrag av Skanska Sverige AB blivit ombedd att genomföra en riskutredning för planerad detaljplan avseende farligt gods utifrån människors hälsa och liv. Riskutredningen omfattar en kvalitativ utredning för farligt gods på väg och i vattenled, översikt och beskrivning av risker från verksamheter samt en kvantitativ utredning för järnvägen.

Området nyttjas för närvarande för småindustri, handel, lokalvägar, parkering och kontor. Ny detaljplan föreslås medge bostäder, handel och kontor i enlighet med framtaget planprogram för Sanden söder om Dalbobron. Förändringen kommer att ske i två etapper under en lång tid. Kontorshuset ligger strax norr om järnvägen på ett avstånd om cirka 25 meter. Närmaste bostadshus ligger cirka 60 meter från järnvägen.

Som närmast föreslås bostäderna ligga knappt tre meter från Vassbottenleden (väg) och cirka 34 meter från vattenleden (Karls Grav, Göta Älv).

Vassbottenleden är en sekundär transportled för farligt gods och det är rimligt att anta färre transporter på sekundära leder än på primära leder. Tidigare inventering av verksamheter i området tyder på relativt få transporter av farligt gods på Vassbottenleden/Dalbobron. Däremot är avståndet från väg till närmsta bostadshus kort, tre meter, vilket kan medföra allvarliga konsekvenser vid potentiell olycka med farligt gods. Hastighetsgränsen varierar mellan 40-50 km/h på Vassbottenleden/Dalbobron inom aktuellt område.

På järnvägen i söder är det i huvudsak persontåg som passerar planområdet, med få undantag för godståg, främst vid underhållsperioder. Med avseende på de låga samhälls- och individriskerna som föreligger samt de platsspecifika förutsättningar, bedöms kostsamma riskreducerande åtgärder inte vara motiverade. Rimliga åtgärder för kontorshuset som ligger inom ett avstånd om cirka 30 meter är motiverade.

Enligt rimlighetsprincipen ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel elimineras eller reduceras oavsett risknivå. För byggnader inom 30 meter från Vassbottenleden/Dalbobron och Älvsborgsbanan ska nedan åtgärder genomföras:

- a) Ventilation placeras högt upp på byggnaden eller på tak.
- b) Det ska vara möjligt att utrymma bort från riskkällan (Vassbottenleden och Älvsborgsbanan).
- c) Fasad som vetter mot riskkällan (Vassbottenleden och Älvsborgsbanan) ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt i brandteknisk klass EI30 (fönster behöver ej vara brandklassade).

För byggnader inom 70 meter från Vassbottenleden/Dalbobron och Älvsborgsbanan ska åtgärd a) vidtas.

Utifrån den samlade riskbedömningen för vattenled bedöms det vara rimligt med ett skyddsavstånd om minst 10 meter utifrån principen om undvikande av katastrofer.

Sammantaget bedöms den planerade bebyggelsen vara möjlig att genomföra ur ett riskperspektiv med avseende på transport av farligt gods, förutsatt att ovan nämnda åtgärder vidtas.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte och mål	2
1.2	Tillvägagångssätt och avgränsningar	2
1.3	Riskdefinition	3
1.4	Värdering av risk	4
1.5	Läsanvisningar	4
2	Förutsättningar	5
2.1	Farligt gods	5
2.2	Planerad utformning av området	6
3	Styrande och vägledande dokument	9
3.1	Plan- och bygglagen	9
3.2	Miljöbalken	9
3.3	Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm	9
3.4	Väglagen	10
3.5	Riktlinjer för verksamheter som hanterar brandfarlig vätska och gas	11
3.6	Skyddsavstånd vattenled	13
4	Riskbedömning verksamheter och vägtransporter	15
4.1	Identifierade verksamheter i området	15
4.2	Riskanalys och värdering väg och befintliga verksamheter	17
5	Riskbedömning vattenleden	21
5.1	Identifierade transporter vattenled	21
5.2	Riskanalys och värdering vattenled	22
6	Riskbedömning järnvägstransporter	23
6.1	Förutsättningar järnväg	23
6.2	Identifierade transporter på Älvsborgsbanan	24
6.3	Riskanalys järnväg	25
6.4	Riskvärdering järnväg	34
7	Samlad riskbedömning och åtgärder	35
7.1	Rekommenderade åtgärder	35
8	Slutsatser	39
9	Referenser	40
	 Bilagor	
	Bilaga A - Frekvensberäkningar_järnväg	
	Bilaga B - Konsekvensberäkningar_järnväg	

1 Inledning

Skanska har för avsikt att ta fram en ny detaljplan för Sanden väster om vägen Vassbottenleden i Vänersborg, se Figur 1. Området är för närvarande småindustri, handel, lokalvägar, parkering och kontor. Ny detaljplan föreslås med bostäder, handel och kontor i enlighet med framtaget planprogram för Sanden söder om Dalbobron. Förändringen kommer att ske etappvis under en lång tid.

Sweco har på uppdrag av Skanska Sverige AB blivit ombedd att genomföra en riskutredning för planerad detaljplan avseende farligt gods utifrån människors hälsa och liv. Riskutredningen omfattar en kvalitativ utredning för farligt gods på väg och i vattenled (Karls Grav, Göta Älv), översikt och beskrivning av risker från värmeverket och övriga verksamheter samt en kvantitativ utredning för järnvägen.

Enligt riskpolicyn Riskhantering i detaljplaneprocessen (Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, 2006), ska risker från farligt gods bedömas vid detaljplanering inom riskhanteringsavståndet 150 meter från farligt godsled och nödvändiga riskreducerande åtgärder ska regleras på plankartan. Dalbobron och Vassbottenleden (hädanefter endast refererat till som Vassbottenleden/Dalbobron) fram till korsningen med Brogatan är utpekad som sekundär transportled för farligt gods.



Figur 1 Blågrön markering utgör detaljplaneområdet. Notera att gränsdragningen ej är exakt. Källa OpenStreetMap

1.1 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att utreda riskerna med transport av farligt gods på Vassbottenleden/Dalbobron (väg) samt vattenleden (Karls Grav, Göta Älv), risker med järnvägen i söder samt riskerna med verksamheter i området. Målet är att uppnå en acceptabel risknivå för människor i planområdet och att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder och skyddsavstånd för att uppnå detta.

1.2 Tillvägagångssätt och avgränsningar

Riskutredningen omfattar:

- en kvalitativ bedömning av riskerna som Vassbottenleden/Dalbobron innebär för planområdet med avseende på farligt gods,
- översikt och beskrivning av risker från värmeverket och övriga verksamheter,
- en kvalitativ bedömning av riskerna som vattenleden innebär för planområdet med avseende på farligt gods,
- en kvantitativ utredning för järnvägen.

Riskutredningen genomförs genom att risknivån beskrivs kvalitativt baserat på riktlinjer och generell erfarenhet från tidigare mer detaljerade bedömningar. Möjliga skadehändelser beskrivs och risknivån för omgivningen uppskattas så långt som möjligt utan att göra beräkningar av sannolikheter och konsekvenser. Endast riskerna från järnväg beräknas och redovisas kvantitativt. Den kvantitativa utredningen för järnväg motiveras av avståndet till planområdet.

I utredningen kommer två alternativ att utredas: ett där Teknosans verksamhet finns med och ett där denna verksamhet inte längre kvarstår i området.

Inventeringar genomförda i tidigare riskutredningar för planområdena öster om Vassbottenleden, Galeasen (Sweco, 2019) och ICA Sanden (Sweco, 2020), används som utgångspunkter för detta planområde. Dialog med räddningstjänst och kommun sker för att stämma av eventuellt förändrade förutsättningar som kan påverka riskbedömningen.

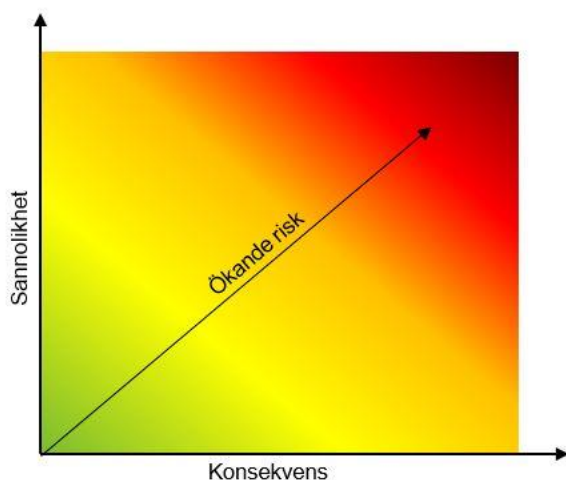
Vassbottenleden/Dalbobron är en sekundär transportled för transport av farligt gods. Till skillnad från primära transportvägar för farligt gods är inte genomfartstrafik tillåten på sekundärleder, utan de ska endast användas för transporter mellan det primära vägnätet och leverantör eller mottagare av farligt gods (SKL, 2012). Eftersom ingen genomfartstrafik av farligt gods är tillåten¹ kartläggs transporterna genom att identifiera målpunkter för farligt gods i området.

¹ På sekundära leder ska transporter av farligt gods endast transporteras om de har en målpunkt de behöver nå. Transporter passerar alltså inte genom Sanden om de inte ska till en verksamhet i området eller i närheten av området.

Residensbron är inte rekommenderad transportled för farligt gods. Det kan transporteras mindre mängder farligt gods även på denna led, dock i så liten utsträckning att risknivån bedöms vara obetydlig och därför genomförs ingen riskbedömning av denna led.

1.3 Riskdefinition

Risk brukar normalt definieras som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Risken ökar ju större sannolikheten och/eller konsekvensen av en händelse är, se Figur 2.



Figur 2. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

Nedan presenteras viktiga begrepp som rör denna riskbedömning.

Riskanalys (identifiering och uppskattning av risk) är den del av riskbedömningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras och risknivån uppskattas (antingen kvalitativt eller kvantitativt).

Riskvärdering avser den del i riskbedömningen där risknivån bedöms vara acceptabel eller ej.

Riskbedömning omfattar både riskanalys och riskvärdering.

Riskreducerande åtgärder är sådana åtgärder som sänker risken antingen genom att minska sannolikheten för att oönskade händelser inträffar (olycksförebyggande) eller genom att minska konsekvensen av en sådan händelse (skadeförebyggande).

Riskutredning åsyftar hela processen från analys, värdering och vid behov förslag till lämpliga riskreducerande åtgärder.

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för produkter och ämnen som har farliga egenskaper som kan skada människor, miljö eller egendom (MSB, 2017). I en riskutredning avseende farligt gods tas normalt enbart hänsyn till sådana ämnen som har

direkta effekter. Det innebär att ämnen som är allvarliga först vid långvarig exponering inte bedöms.

1.4 Värdering av risk

I Räddningsverkets rapport *Värdering av risk* (1997) diskuteras hur risker ska värderas i Sverige och förslag på principer för detta ges. Det ursprungliga syftet med rapporten var att verka som en startpunkt för diskussion gällande riskkriterier.

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

Proportionalitetsprincipen: De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.

Fördelningsprincipen: Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

Principen om undvikande av katastrofer: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

1.5 Läsanvisningar

Förutsättningar för samtliga riskbedömningar beskrivs i kapitel 2.

Lagar och riktlinjer för skyddsavstånd beskrivs i kapitel 3.

Kapitel 4 omfattar riskbedömning för verksamheter och väg. Riskbedömningen för dessa hanteras i samma kapitel med anledning av att farligt gods transporter på Vassbottenleden/Dalbrobron endast är tillåtet om målpunkten ligger i området eller i närheten av området.

Riskbedömning för vattenleden beskrivs i kapitel 5.

För järnväg har en kvantitativ riskbedömning genomförts med mer omfattande beskrivningar. Dessa finns i kapitel 6.

Samlad riskbedömning och rekommenderade åtgärder baserade på den samlade bedömningen återfinns i kapitel 7.

2 Förutsättningar

2.1 Farligt gods

Farligt gods definieras som ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring kan skada människor, miljö och egendom. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering. Farligt gods delas enligt MSBFS 2020:9 ADR-S (MSB, 2021a) och MSBFS 2020:10 RID-S (MSB, 2021b) in i nio huvudklasser utefter deras egenskaper, se Tabell 1 nedan.

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

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

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

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

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 transporter med farligt gods har lyckligtvis, hittills, inte inträffat i någon omfattning som gör det möjligt att uppskatta sannolikheten för detta.

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 fordon bedöms dock i första hand vara en risk som är relevant att hantera på

anläggningar där fordon parkeras eller ställs upp samt i samband med lastning och lossning.

Risakanalysen utgår därmed från att trafikolyckor är den grundläggande händelse som kan leda till olycka där farligt gods kan utgöra en fara för omgivningen. I Sverige inträffar varje år olyckor med fordon som transporterar farligt gods, i de flesta fall utan några allvarliga effekter på omgivningen. Utsläpp av farligt gods sker, men är vanligen inte allvarligare än att det kan hanteras av räddningstjänst eller saneringsfirmor.

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.

2.2 Planerad utformning av området

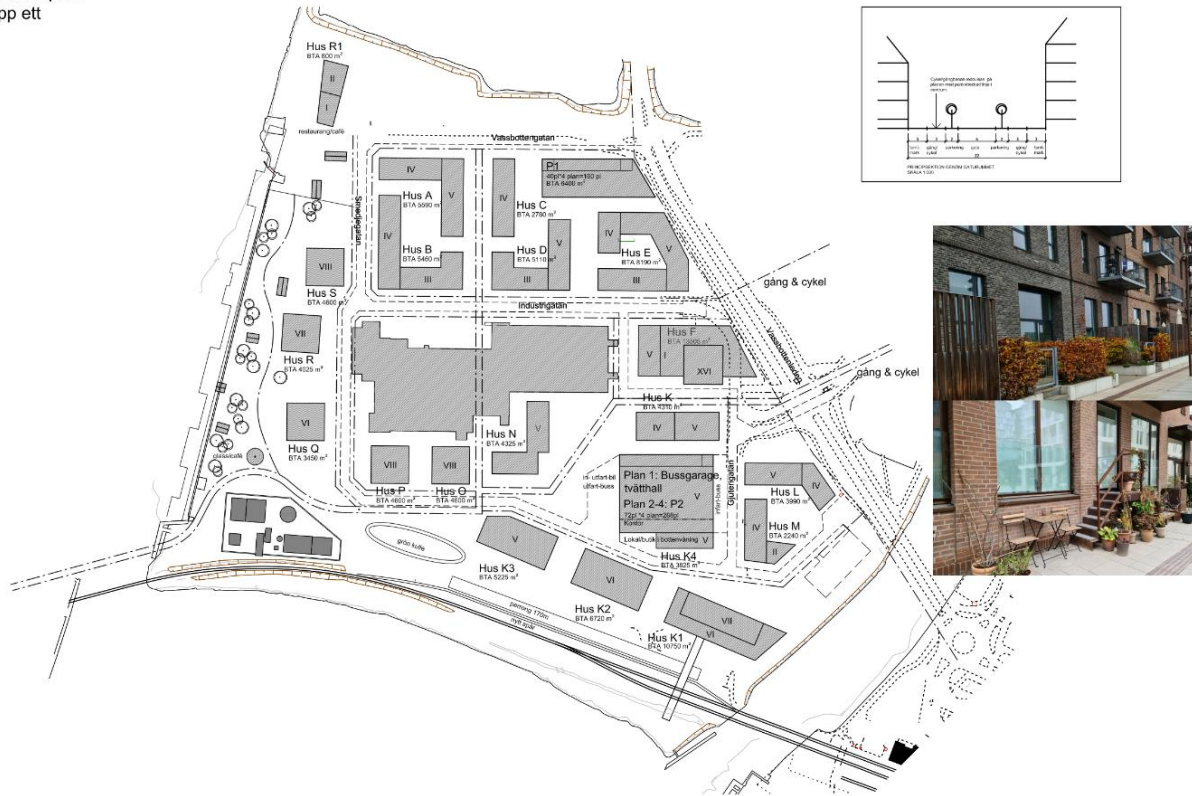
Nytt kvarter planeras i södra delen av Sanden. Kvarteret planeras att genomföras i två etapper, se Figur 3 och Figur 4. Kontorshuset strax norr om järnvägen (K1-K3 i figurerna) planeras ha mellan fem till sju våningsplan. Som närmast ligger huskropparna drygt 25 meter från järnvägen.

Från järnvägen är det cirka 60 meter till närmaste bostadshus. Som närmast föreslås bostäderna ligga knappt tre meter från Vassbottenleden. Bostadshuset varierar i höjd, mellan 2-16 våningsplan.

Från vattenleden i väst är det cirka 34 meter till närmaste bostadshus².

² Mätning från kajkant till fasad Hus R.

Situationsplan
Ettap ett



Södra Sanden Vänersborg
Skapad
2021-11-26
1 21366

SKANSKA

Arkitektbyrå Design.

Figur 3 Föreslagen situationsplan ettap 1. Tre kontorshus (Hus K1-K3) planeras strax norr om järnvägen. Två p-hus och mestadels bostadshus i övrigt. Bussdepåns föreslagna placering är sydost i planen. Källa: Arkitektbyrå Design & SKANSKA.

Situationsplan
Ettapp två



Södra Sanden Vänersborg
Skanska
2021-11-26
2 21366

SKANSKA Arkitektbyrå Design.

Figur 4. Föreslagen situationsplan etapp 2. Tre kontorshus (Hus K1-K3) planeras strax norr om järnvägen. Två p-hus och mestadels bostadshus i övrigt. Bussdepåns föreslagna placering är sydost i planen. Källa: Arkitektbyrå Design & SKANSKA.

3 Styrande och vägledande dokument

Det finns inga nationella direktiv eller riktlinjer för fysisk planering intill leder där det transporteras farligt gods. I Vänersborgs översiktsplan (2017a) står det att:

"Bebyggelse ska läggas på säkert avstånd från farliga verksamheter och transportleder där farligt gods fraktas. Riskutredning ska alltid göras i samband med planläggning eller lovgivning, bland annat inom 150 meter från järnväg eller transportled för farligt gods."

Vänersborgs kommun har inga lokala riktlinjer över fysisk planering med avseende på farligt gods. Nedan presenteras riktlinjer som används i bedömning av den aktuella planen. Planer i kommuner i Västra Götaland prövas alltid mot Länsstyrelsens i Västra Götalands riktlinjer.

3.1 Plan- och bygglagen

I Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) anges att vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor.

Planläggning och prövningen i ärenden om lov eller förhandsbesked enligt lagen ska syfta till att mark- och vattenområden används för det eller de ändamål som områdena är mest lämpade för med hänsyn till beskaffenhet, läge och behov. Företräde ska ges åt sådan användning som från allmän synpunkt medför en god hushållning.

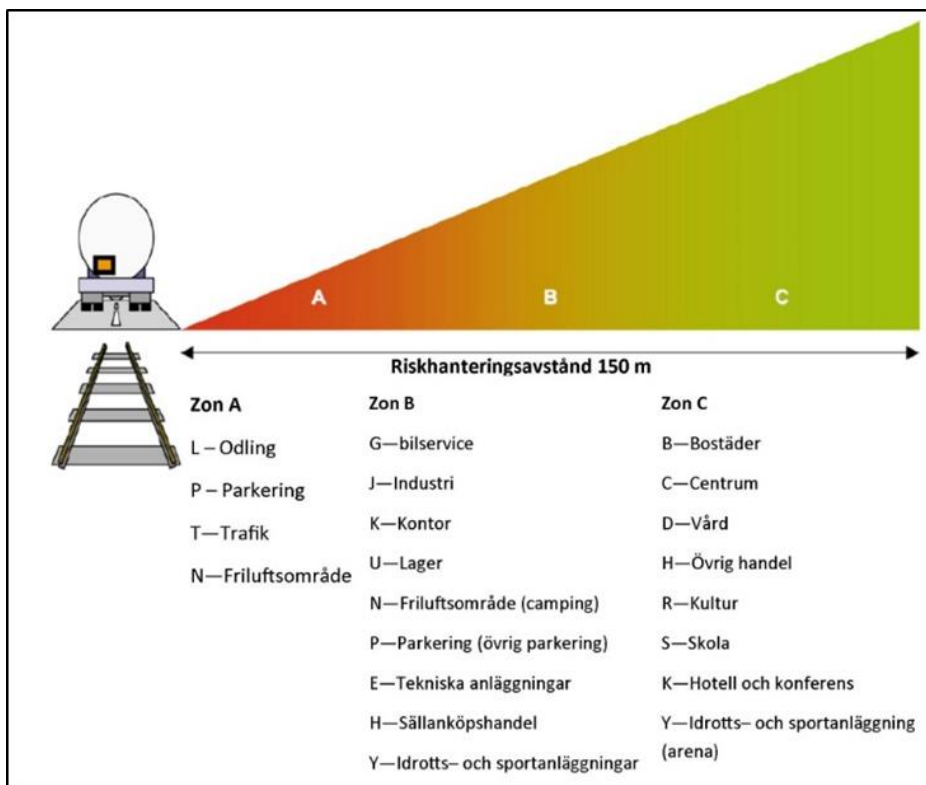
3.2 Miljöbalken

Miljöbalken (SFS 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 balken ska tillämpas så att människor och miljön skyddas mot skador.

3.3 Länsstyrelserna i Västra Götaland, Skåne och Stockholm

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

Figur 5 illustrerar den rekommenderade zonindelningen. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering.



Figur 5. Zonindelning för markanvändning intill transportled för farligt gods. Riskhantering i detaljplaneprocessen från Länsstyrelserna i Skånes län, Stockholms län och Västra Götalands län 2006.

För att åstadkomma en lämplig markanvändning i förhållande till transportleden är det viktigt att ta hänsyn till den riskbild som råder i aktuellt område. En lämplig lokalisering av verksamhet innebär också att hänsyn tas till platsens unika förhållanden så som topografi, meteorologi och bebyggelsens placering inom planområdet.

3.4 Väglagen

I närheten av allmänna vägar ska byggnader och andra föremål som kan påverka trafiksäkerheten undvikas. I väglagen (SFS 1971:948) anges att:

"Inom ett avstånd av tolv meter från ett vägområde får inte utan länsstyrelsens tillstånd uppföras byggnader, göras tillbyggnader eller utföras andra anläggningar eller vidtas andra sådana åtgärder som kan inverka menligt på trafiksäkerheten. Länsstyrelsen kan, om det är nödvändigt med hänsyn till trafiksäkerheten, föreskriva att avståndet ökas, dock högst till 50 meter".

3.5 Riktlinjer för verksamheter som hanterar brandfarlig vätska och gas

Det saknas särskilda riktlinjer för skyddsavstånd vid planering av markanvändning för ny bebyggelse intill farlig verksamhet. Sprängämnesinspektionens och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har dock riktlinjer och föreskrifter som anger skyddsavstånd som verksamhetsutövare ska hålla till olika byggnader i omgivningen vid hantering av farliga ämnen. Dessa riktlinjer presenteras nedan och används vägledande i denna riskbedömning.

Verksamheter med förhöjd brandrisk har identifierats vid platsbesök genomförd i utredning för detaljplan Galeasen och vid genomgång av verksamheters tillståndsansökningar för brandfarlig vara (Sweco, 2019). Riktlinjer för hantering av brandfarlig vätska beskrivs nedan.

Skyddsavstånden till verksamheter som hanterar brandfarlig vätska beror på typ och mängd vätska samt skyddsobjektets känslighet enligt Tabell 2.

Sprängämnesinspektionen skiljer inte på bostäder och centrumbebyggelse utan har i stället ett skyddsavstånd för "Byggnad av brännbart material, brandfarlig verksamhet, A-byggnad". A-byggnad är en byggnad där människor bor eller vanligen vistas och där människorna saknar anledning att känna till hanteringen av brandfarliga gaser eller vätskor (Sprängämnesinspektionen, 2000). Dit hör bland annat bostadshus, hotell, kontorshus, varuhus och restauranger och andra samlingslokaler. Det finns även en egen kategori för Svårutrymda lokaler som har något längre skyddsavstånd. Svårutrymda lokaler är t.ex. hotell, vård och skola.

Tabell 2 Skyddsavstånd till olika skyddsobjekt som beror på olika kvantiteter brandfarlig vätska och vätskans flampunkt. l=liter. Källa: Sprängämnesinspektionen (2000)³.

Skyddsobjekt	Vätskor med flampunkt under 30 °C			Vätskor med flampunkt mellan 30 °C och 100 °C		
	Volym < 3000 l	Volym 3 000 – 100 000 l	Volym > 100 000 l	Volym < 12 000 l	Volym 12 000 – 100 000 l	Volym > 100 000 l
Byggnad av brännbart material, brandfarlig verksamhet, A-byggnad*	25 m	50 m	50 m	9 m	12 m	25 m
Svårutrymda lokaler, sjukhus, skolor, m.m., annan verksamhet med farliga ämnen	25 m	50 m	100 m	12 m	25 m	50 m

*Byggnad där människor bor samt byggnad i vilken vanligen vistas människor som saknar anledning att känna till förekommande hantering av brandfarliga gaser eller vätskor

³ MSB har tagit fram nya föreskrifter som är ute på remiss. Det finns en del förändringar gentemot skyddsavstånden i denna tabell. Förutsatt att detaljplan vinner laga kraft innan den nya versionen är godkänd är det dessa skyddsavstånd som gäller.

Avseende skyddsavstånd till byggnader i allmänhet för brandfarliga gaser presenteras i Tabell 3.

Tabell 3 Rekommenderade minsta skyddsavstånd vid placering av lösa behållare brandfarlig gas. Byggnad i allmänhet kan till exempel vara bostäder eller kontor (MSB, 2020).

Lösa behållares sammanlagda volym (V) i liter	Byggnad i allmänhet, antändbart material eller brandfarlig verksamhet utanför anläggningen (meter)	Stor mängd brännbart material	Svårutrymda lokaler (meter)
≤ 60	0*	0*	0*
60 < V ≤ 250	3**	12	25
250 < V ≤ 1 200	3	12	25
1 200 < V ≤ 4 000	6		50
4 000 < V ≤ 8 000	12	25	100

*Behållarna bör samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/anslötta, i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.
 **Inget avstånd behövs vid användning av lösa behållare på kärra eller liknande som står lätt åtkomliga i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

3.6 Skyddsavstånd vattenled

Vänersborgs kommun har inga riktlinjer avseende skyddsavstånd mellan vattenled och bebyggt område.

Göteborgs Stad har tagit fram en översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Rekommenderade skyddsavstånd för tät bebyggelse är tio meter från kaj eller 20 meter från strand (Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1999).

I Trollhättans riskhanteringsplan (2004, s. 37) finns rekommendationer som gäller utmed vissa delar av Göta Älv, se Tabell 4.

Tabell 4 Rekommendationer för avstånd från strandkaj/kant utmed vissa delar av Göta Älv i Trollhättan. Olycka med transporter av drivmedel är dimensionerande för rekommendationerna i tabellen (Trollhättans Stad, 2004).

Typ av bebyggelse	Avstånd
Bebyggelsefritt område	0-20 m
Bostäder, mindre verksamheter och mindre samlingslokaler samt parkering. Dock bör ej tillkomma verksamhet av typ vårdinrättningar och skolor. ⁴	20-60 m
Bostäder, verksamheter, samlingslokaler och samlingsplatser av typ idrottsanläggningar samt parkering kan förekomma. Dock bör ej tillkomma verksamhet av typ vårdinrättningar och skolor. ⁵	60-100 m
Inga särskilda hänsyn med anledning av farligt gods.	>100 m

4 Rekommendationer: Sluten bebyggelse i tåligt material. Entréer, utrymningsvägar och friskluftsintag riktade från leden. Avstängningsbar ventilation. Fönstrens utformning och storlek anpassas med hänsyn till exponeringen från leden inom ramen för gällande regelverk. Lekplatser eller motsvarande samlingsplatser samt mycket frekventerade p-platser skyddas mot värmestrålning.

5 Rekommendationer: Bebyggelse i tåligt material. Entréer, utrymningsvägar och friskluftsintag riktade från leden. Avstängningsbar ventilation. Skydd mot värmestrålning för dem som vistas på lekplatser eller motsvarande samlingsplatser. För idrotts-anläggningar eller motsvarande verksamheter bör finnas tåliga skyddsbarriärer för utövare och publik mot värmestrålning.

4 Riskbedömning verksamheter och vägtransporter

Vassbottenleden/Dalbobron är en sekundär transportled för transport av farligt gods. Till skillnad från primära transportvägar för farligt gods är inte genomfartstrafik tillåten på sekundärleder, utan de ska endast användas för transporter mellan det primära vägnätet och leverantör eller mottagare av farligt gods (SKL, 2012). Eftersom ingen genomfartstrafik av farligt gods är tillåten⁶ kartläggs transporterna genom att identifiera målpunkter för farligt gods i området.

4.1 Identifierade verksamheter i området

I riskutredningen för detaljplan Galeasen (Sweco, 2019) genomfördes en inventering av verksamheter som hanterar ämnen som kan utgöra en allvarlig fara för människors liv och hälsa i planområdet. Den inventeringen ligger till grund för riskidentifiering i denna rapport med avseende på farligt gods på väg. Avstämning med räddningstjänsten via mail⁷ samt kort muntlig avstämning med kommunen⁸ har även genomförts.

Det var främst verksamheter som hanterade brandfarliga vätskor och gaser. Följande verksamheter har identifierats som bidrar till transporter av farligt gods⁹, vilka också är markerade i Figur 6, sida 17:

Nobina Sverige AB (operatör inom kollektivtrafik) har en HVO-tank (miljödiesel) på 20 000 liter. HVO har en flampunkt på över 60 °C (klass 3). Nobina har även 2 875 liter spolarvätska i lös behållare inomhus (klass 1). Nobina Sverige får en dieselleverans cirka en gång varannan vecka. I verksamheten kommer bussar vara uppställda, både inomhus och utomhus, vilka kan börja brinna. Verksamheten ligger inom planområdets sydöstra del, se Figur 6. Närmsta bostadshus (Hus K) ligger cirka åtta meter från bussdepån.

ICA Kvantum Vänersborg har mindre mängd brandfarlig gas och vätska inne i butiken som inte kräver tillstånd. Verksamheten ligger cirka 50 meter från planområdet.

Restaurang Koppargrillen har ett tillstånd på 432 liter gasol (klass 1). Verksamheten ligger cirka 250 meter från planområdet men transporter till verksamheten kör eventuellt via Vassbottenleden/Dalbobron.

Vänerhamn AB ligger inom planområdet men hanterar inte farligt gods¹⁰. I kontakt med de kom det fram att hamnen hanterar cirka 80 000 ton per år vilket resulterar i cirka 6

⁶ På sekundära leder ska transporter av farligt gods endast transporteras om de har en målpunkt de behöver nå. Transporter passerar alltså inte genom Sanden om de inte ska till en verksamhet i området eller i närheten av området.

⁷ Mejlkontakt Caroline Larsson, Brandingenjör, Norra Älvsborgs Räddningstjänstförbund, 2021-10-18

⁸ Avstämning skedde i samband med arbetsmöte i syfte att dubbelkolla om färgbutik finns kvar eller inte.

⁹ Ytterligare verksamheter identifierades som inte lyfts i denna rapport eftersom dessa har lagts ner. Vänersborgs Gästhamn och marina kommer att flyttas och behandlas därmed inte heller i denna rapport.

¹⁰ Mailkontakt Tobias Öst, Vänerhamn AB, 2021-12-28.

lastbilar per dag. Detta varierar dock då det vissa dagar varken lastas eller lossas något i hamnen vilket inte genererar några transporter alls. De dagar det lastas eller lossas i hamnen kan det i vissa fall röra sig om 100 lastbilstransporter.

Fjärrvärmecentral Vassbotten förvarar Eldningsolja 1 (klass 3) i cistern inomhus, 300 000 liter. Verksamheten ligger inom planområdet idag och planeras att stå kvar, se Figur 6. Närmsta bostadshus (Hus Q) ligger cirka 37 meter från värmeverket.

Gasolautomat.se Sverige AB har gasol (klass 1) i tryckkärl i automatskåp, 1 000 liter. Ligger cirka 110 meter från planområdet.

Vänersborgs Gästhamn och Marina har en tankstation där diesel (klass 3) förvaras i två cisterner i vattnet (Sweco, 2020). Ligger cirka 110 meter från planområdet. Transporterna till denna verksamhet transporteras via lastbil.

Inget farligt gods transporteras till Teknosans verksamhet enligt det material som denna bedömning utgått ifrån vilket även bekräftats av räddningstjänst och kommun. Därmed behövs ingen separata riskbedömning med avseende på Teknosans verksamhet.

Viktigt att beakta är att inventeringen endast ger en ögonblicksbild av antalet och typ av farligt godstransporter och innehåller således en del osäkerheter.

Ovan beskrivna mängder är en andel av den tunga trafiken som transporteras förbi planområdet eller till. Tung trafik har uppmätts till mellan 500 – 770 fordon per dygn på Vassbottenleden/Dalbobron år 2018¹¹. Endast en liten del av dessa utgörs av farligt gods transporter. Förutom transporter till området sker transport av mindre mängder brandfarlig gas och vätska passera området till bland annat restauranger och verkstäder inne i Vänersborg. Hastighetsgränsen varierar mellan 40-50 km/h på Vassbottenleden/Dalbobron inom aktuellt område.

¹¹ Hämtat från underlag till Utredning av buller från vägar, spårtrafik och verksamheter till detaljplan – Detaljplan Södra Sanden. Sweco, 2021-12-17.



Figur 6 1. Verksamheter inom planområdet och intill (inom en radie på 250m) är markerade i figuren. 1. Nobina Sverige AB, 2. ICA Kvantum Vänersborg, 3. Vänerhamn, 4. Fjärrvärmecentral Vassbotte, 5. Gasolautomat.se Sverige AB och 6. Vänersborgs Gästhamn och Marina.

4.2 Riskanalys och värdering väg och befintliga verksamheter

Utför den utförda inventeringen bedöms främst brandfarliga gaser och vätskor transporteras in i och förbi området. Det finns inte några större industrier inne i Vänersborg och den rekommenderade transportleden för farligt gods slutar i området. Därmed är det rimligt att anta att det enbart sker ett fåtal transporter av brandfarlig vätska och gas till tankstationer, restauranger och handel inne i Vänersborg en genomsnittlig vecka. De transporterade mängderna bedöms därmed vara små. Dock är byggnader placerade cirka tre meter från vägen, vilket beaktas i konsekvensbedömningen.

Utför planprogrammet för området Sanden (Vänersborgs kommun, 2017b) och de godkända eller pågående detaljplaner tyder det på en utveckling av området som genererar färre farligt gods transporter.

4.2.1 Brandfarliga gaser

Det är endast till ICA och Gasolautomaten som transporter av brandfarlig gas sker.

Till ICA sker endast ett fåtal transporter med mindre mängder av färg, lösningsmedel och brandfarlig gas (Sweco, 2019). ICA-butiken ligger cirka 50 meter från planområdet vilket är precis på gränsen utifrån MSB:s (2020) rekommenderade skyddsavstånd, se Tabell 3 sida 13. Även Gasolautomaten ligger på tillräckligt avstånd från planområdet. Övriga transporter av brandfarlig gas på Vassbottenleden/Dalbobron sker sannolikt i mindre mängder till restauranger och eventuellt till butiker inne i Vänersborg.

Eftersom transportererna är relativt få och hastigheten på Vassbottenleden är låg bedöms sannolikheten för en olycka med brandfarlig gas som leder till utsläpp och därefter antändning som liten. En olycka kan också inträffa där brand i fordon som transporterar brandfarlig gas i tuber leder till att ett område måste evakueras, men då finns något längre tid för att sätta människor i säkerhet. Konsekvenserna av en potentiell olycka allvarliga, särskilt för byggnader intill vägen. Utifrån rimlighetsprincip och principen om undvikande av katastrofer (se 1.4) beskrivs rimliga riskminimerande och kostnadseffektiva åtgärder vidare i kapitel 7.

4.2.2 Giftiga gaser

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.

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska vägnätet är ammoniak och svaveldioxid.

Transporterna av giftig gas bedöms vara ytterst få i det aktuella området och sannolikheten för att en olycka med giftig gas ska inträffa är mycket låg. Dock kan konsekvenserna bli mycket allvarliga, särskilt med byggnader tre meter från vägen. Utifrån rimlighetsprincip principen om undvikande av katastrofer (se 1.4) beskrivs rimliga riskminimerande åtgärder vidare i kapitel 7.

4.2.3 Brandfarliga vätskor

Enligt kontakten i tidigare riskutredning (Sweco, 2019) fick Nobina Sverige en leverans av HVO cirka en gång varannan vecka. Transporter av brandfarlig vätska sker även till Fjärrvärmecentral Vassbotten. Vätskorna kan antas förvaras i längre perioder inom respektive anläggning.

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, vilken avtar kvadratisk med avståndet.

Gasmolnsbrand är ett annat scenario som ett utsläpp av brandfarlig vätska kan leda till. I detta fall bedöms detta högst osannolikt eftersom det är brandfarlig vara klass 3 som hanteras.

Busstoppen ligger cirka åtta meter från närmsta bostadshus. I dagsläget finns ingen kännedom om placeringen för spolatväska, HVO och inte heller bussuppställningen. Enligt Sprängämnesinspektionen (2000) föreskrifter (Tabell 2, sida 12) ska det finnas ett skyddsavstånd på 25 mellan byggnad och behållare för spolatväska respektive 12 meter mellan byggnad och cisterner för HVO. I detta fall ska både avstånd till förvaringen av spolatväska och förvaringen av HVO beaktas. Skyddsavstånd till bussuppställningen är också motiverat då brand i buss kan uppstå. Detta skyddsavstånd ska vara minst åtta meter mellan skyddsobjekt och själva uppställningsplatsen¹².

Busstoppens hantering av brandfarlig vätska genererar även transporter via Vassbottenleden/Dalbobron. Med hänsyn till busstoppens befintliga placering och dess generering av transporter med farligt gods ska rimliga skyddsåtgärder vidtas, läs vidare i kapitel 7.

Fjärrvärmecentral Vassbotten ligger cirka 37 meter från närmsta bostadshus vilket är ett tillräckligt avstånd, då Sprängämnesinspektionen (2000) föreskriver 25 meter, se Tabell 2, sida 12.

Vänersborgs Gästhamn och Marina ligger bortom Sprängämnesinspektionen (2000) föreskrivna avstånd men genererar transporter av brandfarlig vätska via Vassbottenleden/Dalbobron. Vänerhamn AB hanterar inget farligt gods. Dock sker transporter till och från hamnen genom planområdet vilket innebär en olycksrisk där bland annat läckage av brandfarlig vätska från drivmedelstankar kan ske. Inga åtgärder på ny bebyggelse bedöms dock vara motiverade eller nödvändiga varken för risker från Gästhamnen och Marinan eller för Vänerhamn AB.

Brandfarlig vätska bedöms vid en pölbrand ge upphov till allvarlig strålningspåverkan inom cirka 30 meter från utsläppets mittpunkt. I den befintliga planerade utformningen ligger närmsta huskropp cirka tre meter från Vassbottenleden. Eftersom persontätheten förväntas vara relativt hög, människor kan vistas i byggnaden i sovande tillstånd och det kan även omfatta personer med svårighet att utrymma själva bör lämpliga åtgärder vidtas, läs vidare i kapitel 7.

4.2.4 Explosiva ämnen

Transporter av explosiva ämnen har inte identifierats annat än möjligtvis fyrverkerier till försäljningsställen. Dessa sker i begränsad omfattning kring nyår. Det bedöms därför inte vara motiverat med riskreducerande åtgärder för explosiva ämnen för detaljplan Södra Sanden.

¹² Skyddsavståndet om 8 meter bedöms utifrån tidigare, av Swecos experter, genomförda utredningar för andra planområden med liknande förutsättningar.

4.2.5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Det har inte identifierats några transporter av oxiderande ämnen (RID-klass 5.1) på Vassbottenleden/Dalbobron. Därmed kan det även uteslutas att verksamheter i området hanterar sådana. Skulle det i framtiden ske transporter av sådana ämnen bedöms inte bränderna vara allvarliga än de bränder som kan uppstå av brandfarlig vätska eller gas. Därmed bedöms inga åtgärder vara motiverade.

5 Riskbedömning vattenleden

Riskbedömningen avser vattenled (Karls Grav, Göta Älv) väster om detaljplanerområdet och de transporter av farligt gods som sker där.

5.1 Identifierade transporter vattenled

Ingen specifik inventering av transporterna har genomförts inom ramen av detta uppdrag. Istället är utgångspunkten den statistik som Prevecon (2018) tagit fram i sin riskbedömning för detaljplan Krögaren 1. I denna utredning antas att inga större förändringar avseende transporterna skett under dessa tre år.

Prevecon (2018) hade mailkorrespondens med Sjöfartsverket i genomförandet av deras utredning. I den framgick att det transporteras tung eldningsolja, raffinerade oljeprodukter (bensin och diesel) samt metanol i sjöfartsleden. Tabell 5 presenterar de mängder som transporteras.

Tabell 5 Mängder farligt gods som transporteras genom Karls Grav. Tabell hämtad från Prevecon (2018).

Ämne	Mängd (ton/år)	Max mängd/last (ton/last)
Eldningsolja (brandfarlig vara klass 3)	50 000	1 000
Bensin/diesel (brandfarlig vara klass 1 och 3)	Blygsam mängd*	4 000
Metanol (brandfarlig vara klass 1)	40 000	1 000

*Enligt Sjöfartsverket ska denna transport öka avsevärt, upp till 400 000 ton diesel/bensin per år.

År 2018 passerade cirka 4-5 fartyg/dygn Karls grav, av dem var cirka en transport per vecka farligt gods, främst transporter med olja. Passagererna var oftast nattetid. Transporterna av farligt gods förväntas öka i ett kortare framtidsperspektiv till följd av en överflyttning av bränsletransporter till Karlstad från lastbil till fartyg¹³.

Utifrån kontakten som togs och tidigare riskbedömningar har endast transporter av brandfarlig vätska längs med Karls grav framgått. Det är möjligt att transporter av annan brandfarlig vara finns eller tillkommer i framtiden.

¹³ Samtal med Sjöfartsverket togs 2021-11-18 för att säkerställa konstaterandet i Prevecons utredning om att transporter av bensin och diesel förväntas öka.

5.2 Riskanalys och värdering vattenled

En fartygsolycka kan ske till följd av en kollision med annat fartyg eller att fartyget går på grund. Även påsegling är en potentiell risk till följd av maskinhaveri eller mänskligt fel.

Utöver ovan nämnda riskhändelser kan det uppstå tekniska fel i behållare och tankar innehållande farligt gods.

Sannolikheten för att en fartygsolycka sker bedöms som låg med hänsyn till det låga antalet fartygspassager per dygn. Att en olycka därtill leder till utsläpp och antändning bedöms än lägre.

Konsekvenserna av en potentiell olycka som leder till utsläpp och antändning är en pölbrand vilken medför strålningsvärme till omgivningen. En pölbrand i strömt vatten kan antingen "föras bort" från området eller mot området.

Sammantaget bedöms sannolikheten som låg för olycka med brandfarlig vätska som antänder. Dock förväntas transportererna öka i det korta framtidsperspektivet vilket givetvis ökar sannolikheten för olycka något. Däremot bedöms det finnas möjlighet att utrymma de byggnader som är närmast vattenleden vid en olycka som skulle kräva detta.

Ytterligare en riskhändelse är påsegling vilken bedöms som låg då närmaste byggnad ligger drygt 30 meter bort.

Utifrån den samlade riskbedömningen för vattenled bedöms det inte vara rimligt med åtgärder.

6 Riskbedömning järnvägstransporter

Den här delen av riskutredningen omfattar olyckor som kan inträffa på järnväg och kan orsaka allvarlig skada eller dödsfall hos människor i planområdet. Följande kategori av olyckor har identifierats som relevanta att analysera:

- Urspårning av tåg som leder till allvarliga olyckor antingen genom
 - direkt påkörning eller ras i byggnad vid påkörning
 - efterföljande olycka med farligt gods

6.1 Förutsättningar järnväg

Planområdet är beläget centralt i Vänersborg, cirka 100–400 meter från centralstationen. Planområdet omfattar en yta av cirka 0,11 km² i anslutning till Älvsborgsbanan med en längd av ungefär 350 meter längs banan och en bredd av ungefär 300 meter. Längs med banan, närmast stationen, finns i nuläget en pendelparkering. Den planerade utformningen av området omfattar även ett nytt sidospår med en extra perrong till den existerande stationen, som ska placeras där pendelparkeringen finns nu. Avstånd till nya byggnader utgår från det nya spåret, även om det troligen endast kommer att användas för persontrafik i mycket låg hastighet. Avståndet till närmaste byggnad från spåren är cirka 30 meter. Inom de 30 metrarna kan perrongen däremot påverka antalet personer som vistas varaktigt i området.

Älvsborgsbanan är en enkelspårig järnväg mellan Borås och Uddevalla, men då fastigheten ligger inom driftplatsområdet för Vänersborgs centralstation är det dubbelspår på delar av det område som sträcker sig längs med fastigheten. Spåret närmast fastigheten är huvudspåret och det bortersta spåret leder in till driftplatsens bangård. Den högsta tillåtna hastigheten för alla typer av tåg längs med planområdet är 60 km/h enligt den nationella järnvägsdatabasen (Trafikverket, 2022).

Enligt situationsplanen förväntas persontätheten bli relativt hög i planområdet. Personantalet har uppskattats utifrån den angivna bruttoarean (BTA) och typ av verksamhet för respektive byggnad inom planområdet. Verksamheter som ger ett betydande bidrag till personantalet består i huvudsak av bostäder (93 750 BTA), kontor (26 515 BTA) och restaurang (810 BTA). I övrigt planeras också parkeringshus (16 400 BTA) där människor inte antas vistas stadigvarande.

I Boverkets byggregler (BFS, 2011:6) anges att dimensionerande persontäthet är 1 person per 10 m² nettoarea för kontor. Om man tar hänsyn till allmänna utrymmen, lager, trapphus med mera uppskattas personrätten till cirka 1 person per 20 m² BTA. För restauranger är den dimensionerande persontätheten antalet sittplatser eller 1 person per 1 m² nettoarea enligt samma föreskrifter. Om man tar hänsyn till kök, lager och personalutrymme med mera uppskattas personrätten till cirka 1 person per 2 m² BTA. För bostäder finns inget värde för dimensionerande persontäthet i BBR. En vanlig uppskattning är att använda 1 person per 30 m² BTA för bostäder. Det skulle motsvara i genomsnitt cirka 2 personer per 40 m² färdiga lägenheter givet att 70 % av BTA

omvandlas till boyta, vilket är en hög effektivitetsgrad (PEAB, 2017). Ovanstående persontätheter är att betrakta som maximal belastning och de kan även variera beroende på tid på dygnet.

Planområdet har en area på cirka 0,11 km², vilket tillsammans med BTA och persontätheter för respektive typ av verksamhet ger en uppskattad persontäthet på cirka 45 000 personer/km² för planområdet. Det är dock baserat på mycket konservativa uppskattningar. Jämförelsevis så har en medelstor svensk tätort en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 4 000 personer/km². Utöver det så förutsätter beräkningsmodellen för samhällsrisken att det finns verksamhet på båda sidor om spåret. I verkligheten ligger all skyddsvärd verksamhet norr om spåren och ingen verksamhet söder om spåren. I beräkningarna har persontätheten därmed justerats ner till 20 000 personer/km² för att ta hänsyn till detta och på så sätt räknar modellen med en större area än i verkligheten, men med en lägre persontäthet. Det är fortfarande en mycket hög persontäthet och är att betrakta som ett konservativt antagande.

6.2 Identifierade transporter på Älvsborgsbanan

Sweco har 2019 gjort en utredning för en närliggande fastighet i Vänersborg som också ligger längs med Älvsborgsbanan (Sweco, 2019). Eftersom utredningen gjordes nyligen så utgår den här rapporten utifrån de förutsättningar och resonemang kring transporter på Älvsborgsbanan som presenteras där och vilka återges i korthet i det här kapitlet.

Vanligtvis trafikeras banan endast av regionala persontåg och inte godståg. Således går det inte i normalfallet något farligt gods på banan. Emellertid används den som omledningsbana vid underhållsarbeten, såväl planerade som avhjälpande. Exempelvis användes Älvsborgsbanan fram till år 2013 ungefär fyra veckor per år som omledningsbana för godståg vid mer omfattande underhållsarbeten på Norge/Vänerbanan. Mängden godståg uppskattades då till ungefär 10–12 per dygn under dessa fyra veckor (Prevecon, 2007).

Det är praxis att vid beräkningar av farligt gods utgå från trafikmängd år 2040. Enligt Trafikverkets prognos för bullerutredningar för aktuell sträcka bedöms omkring 23 tåg trafikera aktuell sträcka år 2040 (Trafikverket, 2020). Inga godståg kommer trafikera sträckan enligt prognosen. Detta skulle innebära att det inte finns någon risk för olyckor med farligt gods. Eftersom Älvsborgsbanan kan användas som omledningsbana för godståg är det än svårare att förutse tillfällig trafikmängd för år 2040. Det kan även tillkomma industrier som kommer att välja att transportera farligt gods på banan, men det är mindre sannolikt eftersom godståg normalt inte körs på banan. Trafikvolymerna vid omledningstrafik använts vid beräkning. Därefter genomförs känslighetsanalys över skillnaderna i risknivåer om persontätheten eller trafikmängden fördubblas samt med normala trafikvolymerna på 23 passagerartåg (utan omledningstrafik). I beräkningarna sätts årsdygnstrafik (ÅDT) för persontåg till 66,5 och för godståg till 11 utifrån den omledningstrafik som uppskattades vid underhåll av Norge/Vänerbanan (Prevecon, 2007). Sammanfattningsvis utgår analysen från en konservativ utgångspunkt jämfört med dagens situation och den prognos för trafiken som finns för bullerutredningar år 2040, men det tar hänsyn till ett framtida scenario där godståg skulle kunna trafikera banan

kontinuerligt. Mängden och fördelningen av gods utgår från trafikmängd för 2019, se Bilaga A - Frekvensberäkningar för en detaljerad beskrivning.

Tabell 6. Antaganden som används vid beräkningar.

2019 + omledningstrafik	Antaganden
Hastighetsgräns persontåg	60 km/h
Hastighetsgräns godståg	60 km/h
Trafikmängd (ÅDT) persontåg	66,5
Trafikmängd (ÅDT) godståg	11
Antal vagnar per tåg	39,7 st
Andel farligt gods av antalet vagnar	1 %
Persontäthet inom 30 m från järnväg ¹⁴	500 personer/km ²
Persontäthet bortom 30 m från järnväg ¹⁴	20 000 personer/km ²
Spårväxel	Finns i planområdet och dess närhet

6.3 Riskanalys järnväg

6.3.1 Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten för dödliga skador på ett visst avstånd från en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk beror endast på riskkällan och påverkas inte av hur den omgivande bebyggelsen ser ut.

För att beräkna individrisk används följande formel:

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

Där:

P_{olycka} är sannolikheten för en urspårning eller lastbilsolycka per år (förväntad frekvens)

$P_{utsläpp|olycka}$ är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en urspårning eller lastbilsolycka inträffar

$P_{scenario|utsläpp}$ är sannolikheten för ett visst scenario (explosion, brand etc.) givet att utsläpp har skett

$P_{konsekvensavstånd > studerat avstånd}$ är sannolikheten att en viss punkt på ett visst avstånd från banan ligger inom konsekvensavståndet.

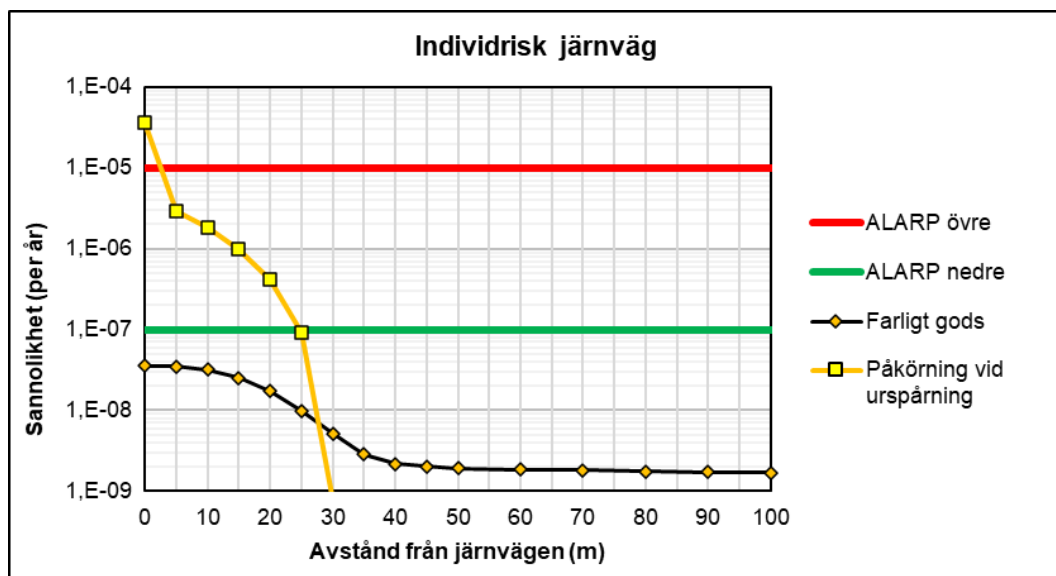
Resultatet från beräkningarna av individrisk längs den aktuella delen av Älvsborgsbanan redovisas i Figur 7. Beräkningarna visar att individrisken är oacceptabel inom cirka 5 meter från järnvägen och inom ALARP-området¹⁵ inom cirka 25 meter från närmsta

¹⁴ Halverad på grund av att det endast finns verksamhet på en sida av järnvägen

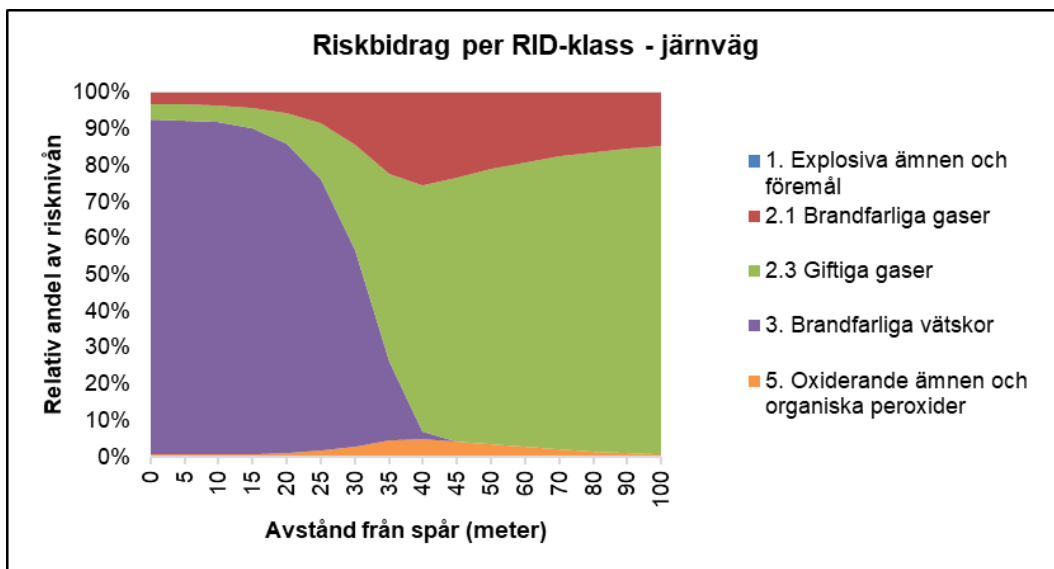
¹⁵As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

spårmitt. Detta innebär alltså att risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas mellan 5–25 meter från järnvägen. I Figur 8 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från järnvägen. Med generell statistik över fördelningen för RID-klasser som transporteras på järnväg är det främst brandfarlig vätska som utgör det största riskbidraget inom cirka 30 meter från järnvägen. Bortanför 30 meter är det istället giftig gas och brandfarlig gas som utgör den större andelen av risken. Detta då dessa grupper av ämnen har ett längre konsekvensavstånd än brandfarlig vätska. Detta innebär alltså att det är brandfarlig vätska som bidrar till att risknivån ligger inom ALARP inom cirka 25 meter från järnvägen och eventuella åtgärder bör därför främst vidtas för händelser som rör brandfarlig vätska.

Bortom 25 meter från spårmitt är individrisknivån acceptabel utan åtgärder (risknivån ligger under ALARP-området). Dock ska risker, oavsett risknivå, alltid åtgärdas om det med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel är möjligt enligt rimlighetsprincipen (beskriven i avsnitt 1.4, sida 4)



Figur 7. Beräknad individrisk för området baserat på trafikmängder för år 2019 (inklusive omledningstrafik) med avseende på farligt gods på Älvsborgsbanan.



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

6.3.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma vid en olycka. Hänsyn tas då till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersontätheten.

Samhällsrisken presenteras i ett så kallat F/N-diagram¹⁶. I F/N-diagrammet kan sannolikheten för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan utläsas.

Som ett antagande används en persontäthet på 20 000 personer/km² bortanför 30 meter från järnvägen. Detta är att betrakta som ett mycket konservativt värde och är sannolikt en överskattning av persontätheten. Inom 30 meter från järnvägen kommer persontätheten vara betydligt lägre och antas därför inte uppgå till fler än 500 personer/km². I känslighetsanalysen testas skillnaden i risknivå med en fördubblad antagen persontäthet.

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

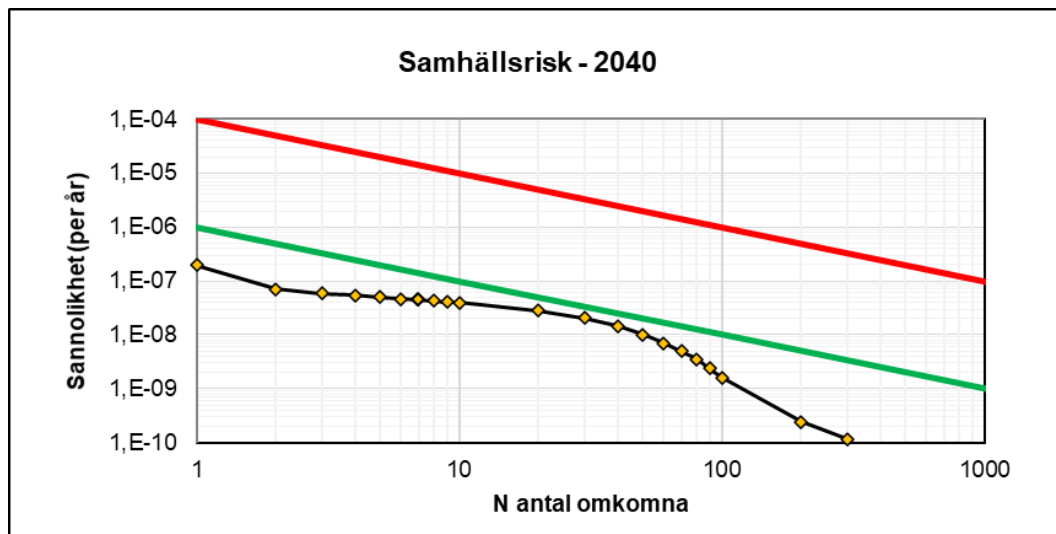
Samhällsrisken har beräknats för ett område inom 300 meter från järnvägen och resultatet presenteras i Figur 9. Det relativa samhällsriskbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 10 på avståndet 10 meter från järnvägen.

Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisken för järnvägen ligger under ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel utan skyddsåtgärder. Dock kommer identifierade risker trots detta åtgärdas om det med tekniskt och ekonomiskt

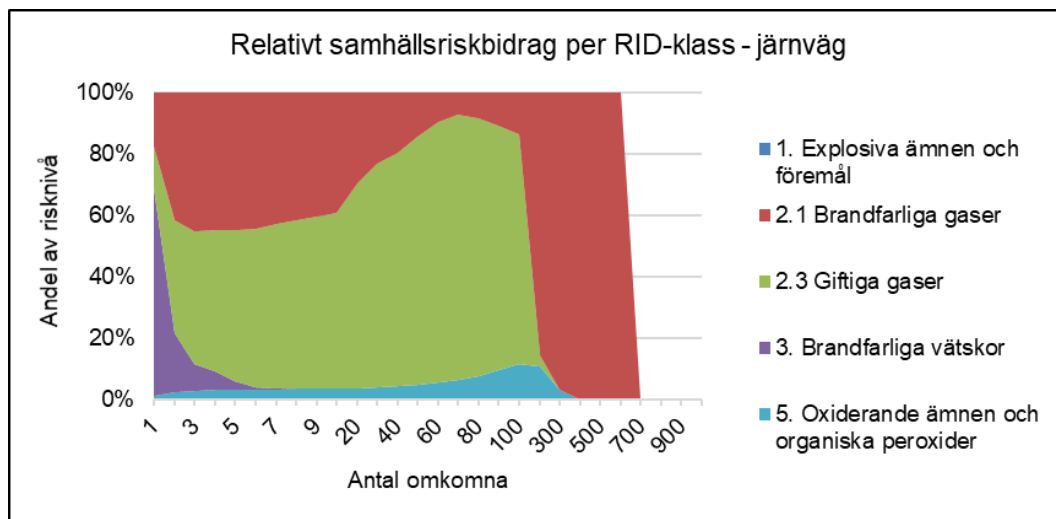
¹⁶ Frequency of accidents/Number of fatalities - Olycksfrekvens / Antal dödsfall.

rimliga medel är möjligt, i enlighet med Rimlighetsprincipen (beskriven i avsnitt 1.4, sida 4).

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



Figur 9. Beräknad samhällsrisk för området baserat på trafikmängder för år 2019 (inklusive omledningstrafik) med avseende på farligt gods och urspärning på Älvsborgsbanan.



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

6.3.3 Förenklningar, antaganden och avgränsningar

Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, till exempel klorgas på järnväg för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Dessa ämnen utgör i själva verket endast en marginell del av respektive transporterad klass farligt gods.

För flera av scenarierna saknas tillräckligt statistiskt underlag för att mer noggrant beräkna sannolikheterna för att de ska inträffa och här görs i flera fall uppskattningar som bygger på ingenjörsmässiga bedömningar.

Hänsyn tas inte heller till att det för flertalet av scenarierna är så att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Beräkningarna tar inte heller hänsyn till topografiska skillnader, perronger eventuella skyddande växtlighet eller eventuella befintliga murar eller plank. Detta är alltså effekter som bedöms separat från beräkningarna.

Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den högre trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar prognosår för sina transportleder men det är behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder långt fram i tiden. Dock krävs det mycket stora förändringar i trafikmängder för att få betydande utslag på risknivåerna (se avsnitt 6.3.4 för illustration över detta).

Det använda konsekvensavståndet är en förenklning, där sannolikheten för att omkomma är ett för de som befinner sig inom konsekvensområdet, och noll för de som befinner sig utanför riskområdet. Denna förenklning görs för att få en rimlig omfattning på beräkningarna, men kompenseras i viss mån av att sannolikhetsfördelningar för konsekvensavstånden används i beräkningarna.

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

Att 100 procent omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom vistelse i byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här är det så att sannolikheten avtar med avståndet, men att det av praktiska skäl förenklats till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet. Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom det överskattar risken på längre avstånd. I rekommendationerna tas viss hänsyn

till detta genom att utgå från att skyddsavstånd har betydelse för många händelser, även om det inte får så stort genomslag i denna modell.

Frätande ämnen har inte beaktats då konsekvensavstånden är mycket korta. Akut påverkan på människor uppstår i princip endast om ämnet hamnar rakt på en person vilket innebär att personen sannolikt redan påverkats av urspårningen. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen 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.

6.3.4 Osäkerhet- och känslighetsanalys

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

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

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

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

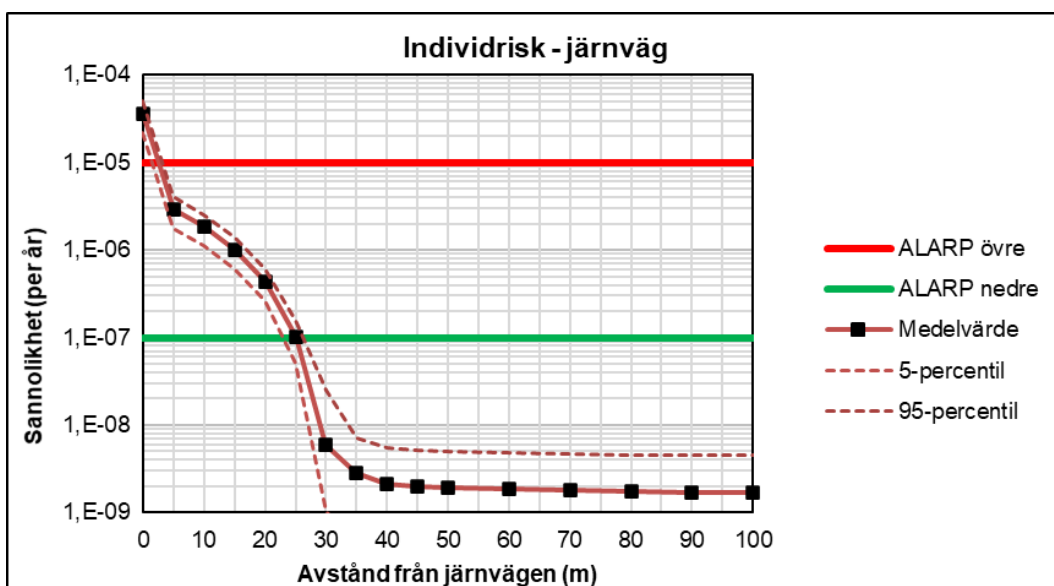
För tätare stadsbebyggelse bortom 30 meter är det i första hand samhällsrisk som blir styrande. För vissa händelser krävs mycket långa skyddsavstånd alternativt betydligt lägre persontäthet för att minska samhällsrisk.

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

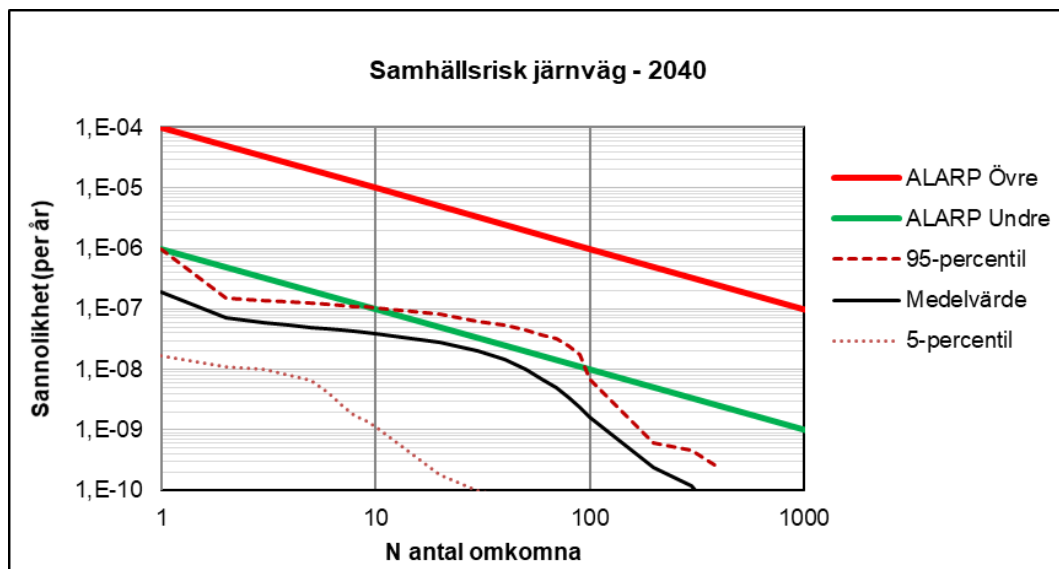
En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simulering av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden för ingående parametrar. Därefter görs simuleringen med 2 000 iterationer, där varje iteration innebär att nya värden

plockas enligt fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar osäkerheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

I Figur 11 och Figur 12 presenteras individ- respektive samhällsrisk för järnvägen tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmåten för 2 000 iterationer av Monte Carlo-simulering. Även för 95-percentilen överstiger inte individrisknivån en oacceptabel nivå förutom inom cirka 5 meter från järnvägen. 95-percentilen för samhällsriskerna befinner sig strax inom det område där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas.



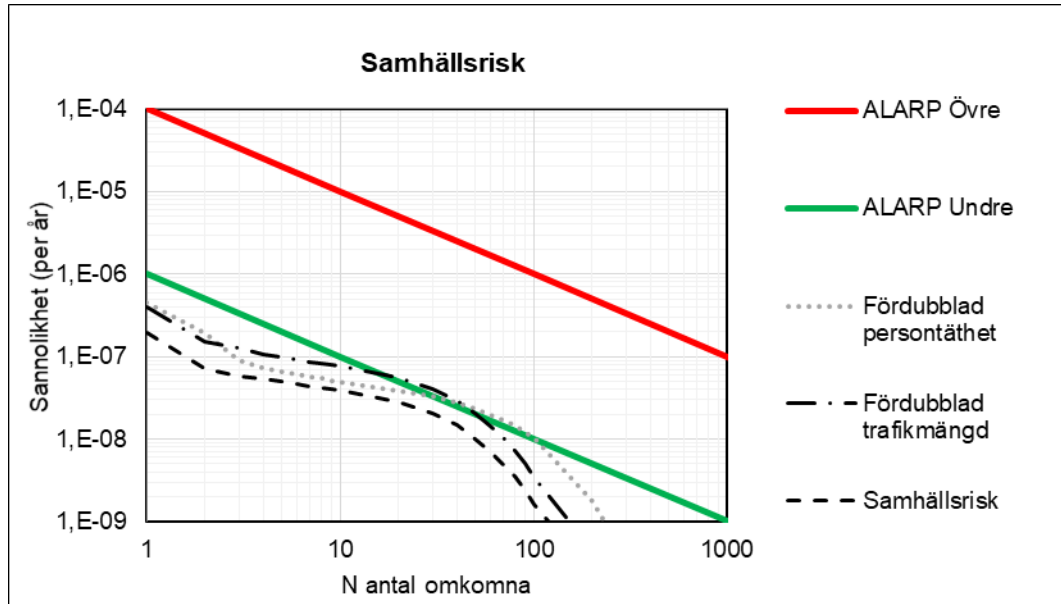
Figur 11. Beräknad individrisk för området baserat på trafikmängder för år 2019 (inklusive omledningstrafik) med avseende på farligt gods och urspårning på Älvsborgsbanan med 5- och 95-percentiler



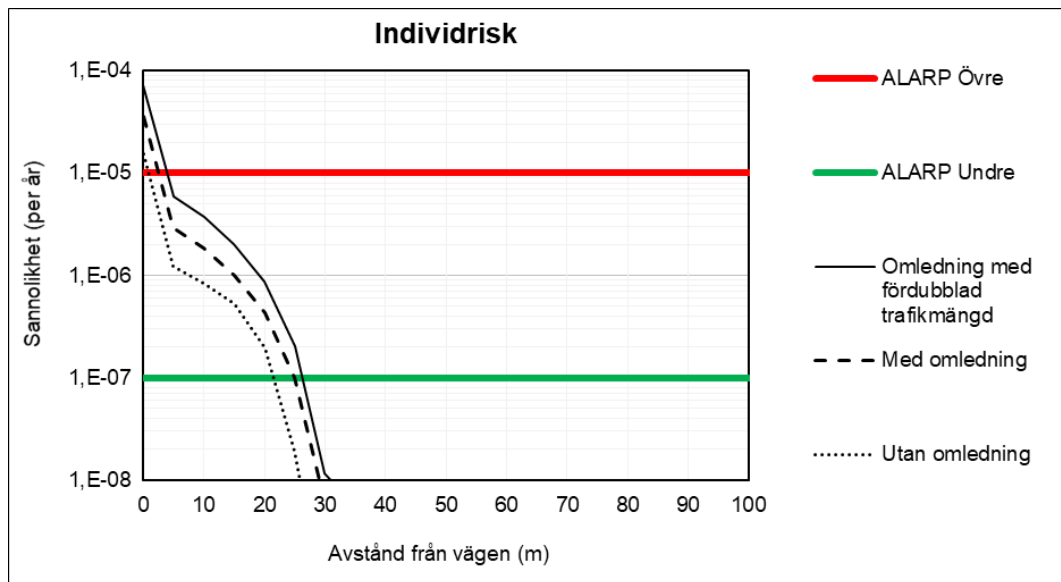
Figur 12. Beräknad samhällsrisk för området baserat på trafikmängder för år 2019 (inklusive omledningstrafik) med avseende på farligt gods och urspårning på Älvsborgsbanan med 5- och 95-percentiler.

I Figur 13 kan det konstateras att en fördubbling i trafikmängd eller persontäthet inte ger någon betydande ökning i samhällsrisk¹⁷. Det krävs alltså en mycket stor ökning för att vi ska hamna på en oacceptabel risknivå (ovanför ALARP Övre). En så stor ökning är att betrakta som orimlig med tanke på att grundantagandet på 20 000 personer/km² redan är ett konservativt antagande. I Figur 14 syns att individrisken ligger på en acceptabel nivå även med fördubblad trafikmängd. I denna figur illustreras även individrisken med avseende på ett scenario där endast persontåg och inga godståg trafikerar järnvägen. Risknivån består då endast av risken från urspårning. Samhällsrisken visas inte för detta scenario eftersom någon betydande risk inte uppstår.

¹⁷ Vilket även innebär att en högre olycksfrekvens inte heller bör ge betydande högre risknivåer.



Figur 13. Beräknad samhällsrisks för området baserat på olika trafikmängder med avseende på farligt gods och urspårning på Älvsborgsbanan. Känslighetsanalysen är gjord med fördubblad trafikmängd och fördubblad persontäthet.



Figur 14. Beräknad individsrisks med olika trafikmängder.

6.4 Riskvärdering järnväg

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

Enligt beräkningarna för individrisk är risken inom 25 meter i det område (ALARP)¹⁸ där risken är acceptabel så länge tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder genomförs. Risknivån kan nästintill enbart kopplas till urspårningsrisken som i närområdet av järnvägar utgör en betydande risk för bebyggelse. Bortom 25 meter anses individrisken acceptabel och utgörs främst av risken för mycket stora utsläpp och antändning av brandfarlig vätska eller utsläpp av giftig gas. För planområdet är det relevant att den perrong som är inkluderad i planen kommer att reducera risken för långa urspårningsavstånd. Därutöver kommer spridning av vätskeutsläpp även att begränsas av perrongen.

Resultatet från beräkningen av samhällsriskerna visar att risknivån ligger under ALARP. Endast i känslighetsanalysen med fördubblad persontäthet eller trafikmängd så överstiger samhällsriskerna marginellt ALARP. Samhällsriskerna bedöms därmed vara acceptabel. Sammantaget bedöms inte risken för urspårning innebära något behov att upprätthålla längre avstånd än de ungefärliga 30 meter som det är till närmaste planerad byggnad.

Med avseende på de låga samhälls- och individriskerna som föreligger, samt de platsspecifika förutsättningar, bedöms kostsamma riskreducerande åtgärder inte vara motiverade. Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 1.4, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas. Rimliga åtgärder beskrivs i avsnitt 7.1.

¹⁸ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.

7 Samlad riskbedömning och åtgärder

Vassbottenleden är en sekundär transportled för farligt gods och det är rimligt att anta färre transporter på sekundära leder än på primära leder. Den uppmätta totala tunga trafiken är också begränsad på vägen. Inventering av verksamheter i området tyder på relativt få transporter av farligt gods på Vassbottenleden/Dalbobron. Däremot är avståndet från väg till närmsta bostadshus kort, tre meter. Ett kort avstånd kan bidra till allvarigare konsekvenser vid en olycka med farligt gods.

Verksamheter som hanterar farligt gods inom eller intill planområdet har ett tillräckligt avstånd med undantag för bussdepån vars placering är nära bostäder samt att förvaringen av spolarvätska och drivmedlet HVO är okänt samt att bussupställningen inte heller är given.

Farligt gods längs med vattenleden går i huvudsak förbi Sanden till/från Karlstad. Utifrån den samlade riskbedömningen för vattenled bedöms det vara rimligt med ett skyddsavstånd om minst 10 meter utifrån principen om undvikande av katastrofer (se 1.4).

På järnvägen i söder är det i huvudsak persontåg som passerar planområdet, med få undantag för godståg, främst vid underhållsperioder. Anläggningen av perrong innebär ett viss ökat skydd för planområdet. Med avseende på de låga samhälls- och individriskerna som föreligger (beräknat med godståg), samt de platsspecifika förutsättningar, bedöms kostsamma riskreducerande åtgärder inte vara motiverade. Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 1.4, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas.

För byggnader nära Vassbottenleden och Älvsborgsbanan är det trots de bedömda låga risknivåerna rimligt att vidta vissa riskminskande åtgärder (se 7.1). Detta sett till rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer (se 1.4).

7.1 Rekommenderade åtgärder

Vid en trafikolycka med transporter av farligt gods på Vassbottenleden eller Älvsborgsbanan kan gas (brandfarlig och giftig gas) läcka ut. I syfte att begränsa gas och brandrök från att sugas in i byggnaderna bedöms det vara lämpligt att vidta vissa ventilationsåtgärder. Ventilation ska placeras så högt upp som möjligt på byggnad eller på tak för byggnader upp till 70 meter från vägen och järnvägen, se Figur 15 och Figur 16.

Eftersom det främst är människorna inne i byggnaden och byggnadens inre som är sårbart ska byggnaderna utformas som en obrännbar eller brandklassad fasad. Detta gäller byggnader inom 30 meter från väg och järnväg, se Figur 15 och Figur 16. En fasad i icke-brännbart eller brandskyddat material fungerar som skydd mot värmestrålning och bedöms ge ett gott skydd mot exempelvis en pölbrand. Målet är att fördröja brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Exempelvis kan fasad och takfot utföras i obrännbart material (exempelvis brandteknisk klass A2-s1, d0) eller

med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering (exempelvis brandteknisk klass EI 30) ¹⁹. Fönster behöver ej vara brandklassade.

Vidare, ska det vara möjligt att utrymma bort från olycksplatsen vid en olycka. Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från vägen eller järnvägen vid en brand eller annan olycka med farligt gods bedöms vara en rimlig åtgärd oavsett risknivå och bör därför vidtas. Människor har en tendens att utrymma samma väg som de kom in (Räddningsverket, 2001). Därför rekommenderas att huvudingångar inte placeras mot Vassbottenleden/Dalbobron inom 30 meter från vägen om fasaden är direkt mot leden eller järnvägen. Utrymning ska vara möjlig bort från Vassbottenleden eller järnvägen men, huvudentré får placeras mot vägen och järnvägen.

Då brandfarlig vätska även förvaras i bussdepån ska skyddsavtånden enligt Tabell 2, sida 12 uppfyllas. Utifrån befintliga volymer är det ett skyddsavstånd om 25 meter mellan behållaren av spolarvätska och byggnad respektive 12 meter mellan cisterner för HVO och byggnad.

För att undvika konsekvenserna av brand som kan utbryta i uppställda bussar ska avståndet mellan byggnader och uppställningsplatsen vara åtta meter.

Det är fördel att i ett tidigt skede titta på utformning av uppställningsplatser för räddningstjänstens höjdfordon då byggnaderna planeras för upp till 16 våningar.

¹⁹ De allra flesta byggnader med mellan 3 och 16 våningsplan klassas som Br1-byggnader (byggnader med stort skyddsbehov). För dessa finns även vissa krav på fasad och brandskydd inomhus enligt Boverkets byggregler (BFS, 2011:6).

Situationsplan
Etapp två



Figur 16 Illustration över 30 respektive 70 meter skyddsavstånd från Vassbottenleden/Dalbobron som är rekommenderad sekundär led för farligt gods samt Älvsborgsbana. Etapp två.

8 Slutsatser

Sammantaget bedöms den planerade bebyggelsen vara möjlig att genomföra ur ett riskperspektiv med avseende på transport av farligt gods, förutsatt att vissa åtgärder vidtas.

Inventeringen av verksamheterna och transportererna är en nulägesbild. Trots detta kan den bedömda risknivån gälla för ett bra tag framåt. Detta eftersom förändringen och upprustningen av Sanden kommer att ske etappvis och under en lång tid. Utifrån planprogrammet för området Sanden (Vänersborgs kommun, 2017b) och de godkända eller pågående detaljplaner tyder det på en utveckling av området som genererar färre farligt gods transporter och "farliga" verksamheter.

Samtliga verksamheter inom och intill planområdet, undantaget bussdepån, ligger bortom föreskrivna skyddsavstånd. Utifrån befintliga volymer av brandfarlig vara som hanteras i bussdepån är det ett skyddsavstånd om 25 meter mellan behållaren av spolarvätska och byggnad respektive 12 meter mellan cisterner för HVO och byggnad (Tabell 2, sida 12).

Eftersom brand kan utbryta i uppställd buss(ar) ska ett skyddsavstånd om åtta meter finnas mellan byggnad och uppställningsplats för bussar.

Enligt rimlighetsprincipen ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel elimineras eller reduceras oavsett risknivå. För byggnader inom 30 meter från Vassbottenleden/Dalbobron och Älvsborgsbanan (se Figur 15 s. 37 och Figur 16 s. 38) ska nedan åtgärder genomföras:

- a) Ventilation placeras högt upp på byggnaden eller på tak.
- b) Det ska vara möjligt att utrymma bort från riskkällan (Vassbottenleden och Älvsborgsbanan).
- c) Fasad som vetter mot riskkällan (Vassbottenleden och Älvsborgsbanan) ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt i brandteknisk klass EI30 (fönster behöver ej vara brandklassade).

För byggnader inom 70 meter från Vassbottenleden/Dalbobron och Älvsborgsbanan ska åtgärd a) vidtas.

Farligt gods är endast en av flera parameterar som utgör påverkan på miljö och människors hälsa. Om industriverksamheter finns kvar inom planområdet kan deras transporter utgöra andra risker som inte hanteras inom ramen av denna utredning, som exempelvis buller, trafiksäkerhet, hälsa men även skapa otrygghet för boende och begränsa möjligheten för att barn ska röra sig fritt. Det är därför viktigt att i det fortsatta arbetet göra en samlad konsekvensbeskrivning som även täcker sociala parametrar.

9 Referenser

- BFS. (2011:6). Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd.
- MSB. (2017). *Transport av Farligt gods - väg och järnväg*. Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.
- MSB. (2020). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSBFS 2020:1)*.
- MSB. (2021a). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng (MSBFS 2020:9)*. MSB.
- MSB. (2021b). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg (MSBFS 2020:10)*.
- PEAB. (2017). *Verkliga kostnader för bostadsbyggandet*. Göteborg: PEAB.
- Prevecon. (2007). *Risikanalyser av Sanden, Vänersborg*. Prevecon.
- Prevecon. (2018). *Risikbedömning Tillbyggnad hotell samt ändrad detaljplan, Krögaren 1*.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Räddningsverket. (2001). *Tid för utrymning*.
- SFS 1971:948. (u.d.). *Väglag*. Infrastrukturdepartementet RST TP.
- SFS 1998:808. (u.d.). *Miljöbalk*. Miljö- och energidepartementet.
- SFS 2010:900. (u.d.). *Plan- och bygglag*. Stockholm: Näringsdepartementet RSN.
- SKL. (2012). *Transporter av farligt gods; Handbok för kommunernas planering*. Sveriges Kommuner och Landsting (SKL).
- Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplanprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Sprängämnesinspektionen. (2000). *Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering och allmänna råd om hantering av brandfarliga vätskor (SÄIFS 2000:5)*.
- Stadsbyggnadskontoret Göteborg. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*.
- Sweco. (2019). *RISKBEDÖMNING GALEASEN VÄNERSBORG*.
- Sweco. (2019). *Risikutredning järnväg, Grävlingen 28, Vänersborg*. Göteborg: Sweco.
- Sweco. (2020). *Risikutredning med avseende på farligt gods för detaljplan ICA Sanden. Vänersborg*.
- Trafikverket. (2020). *trafikuppgifter_jarnvag_t20_och_bullerprognos_2040*. Trafikverket.
- Trafikverket. (den 12 01 2022). *NJDBwebb*. Hämtat från <https://njdbwebb.trafikverket.se/>
- Trollhättans Stad. (den 09 12 2004). *Risikhanteringsplan - Farliga ämnen och farligt gods*. Hämtat från Bygga nytt, ändra eller riva - lokala allmänna regler.
- Vänersborgs kommun. (2017a). *Översiktsplan 2017*.
- Vänersborgs kommun. (2017b). *Planprogram Sanden söder om Dalbobron*.

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

A1 Inledning

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

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

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträäd. 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 händelseträäd utan läsaren hänvisas istället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

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

A1.1 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

A1.1.1 Explosiva ämnen (ADR/RID 1)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A1.1.2 Tryckkondenserade gaser (ADR/RID 2)

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

Brandfarliga gaser (ADR/RID 2.1)

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

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

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

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

egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flamman.

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

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

Giftiga gaser (ADR/RID 2.3)

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

Beräkningar av sannolikheter för utsläpp givet att en vagn spårar ur samt hålstorlek är desamma som för brandfarliga gaser.

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

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. På järnväg kan det transporteras upp till ca 65 ton per vagn. I denna utredning har klor antagits utgöra 100 % av den transporterade mängden på järnväg, vilket är extremt konservativt. Statistik över vilka gaser som transporteras under klass RID 2 finns inte tillgänglig, men efter att Akso Nobel lade ner sin tillverkning av klor i Bohus och Skoghall 2005 respektive 2011 bedöms transporter med klor vara få. Klor tillverkas fortfarande i Stenungssund men transporter är sällsynt, under 2013 skedde inga transporter av klor (INEOS Sverige AB, 2014).

A1.1.3 Brandfarliga vätskor (ADR/RID 3)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Bedömningarna skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ, 2016) (Sweco, 2016) (WSP, 2016). Blandning med annat organiskt material antas till mellan 10 och 50 %, och att det därefter uppstår brand till ca 1 %, alternativt att en explosion inträffar med 1 till 10 % sannolikhet.

A1.2 Frekvensberäkningar för järnväg

A1.2.1 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 urspårningar i Sverige (Andersson, 2014) under åren 2003–2012. Utifrån denna statistik kan följande antaganden göras avseende sannolikheten för urspårningar:

- 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 urspårningssannolikheter för godståg:

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

För beräkningarna på Älvsborgsbanan har urspårningsfaktorn för rakspår med 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	11	9-13
Antal persontåg	67	53-80
Antal dygn med trafikering per år	365	365
Antal vagnar per tåg	ca 40	32,5-46,9
Medelvärde för antal godsvagnar som förväntas spåra ur vid olycka	3,5	2,5 – 4,5
Andel farligt godsvagnar	3 %	2–4 %
Urspårningsfaktor per tågkm, godståg	$8,5 \times 10^{-8}$	+/- 50 %
Urspårningsfaktor, persontåg	$8,5 \times 10^{-9}$	+/- 50 %

Förväntad urspårningsfrekvens för godståg för Älvsborgsbanan (på 1 km) blir då $11 \times 365 \times 2,5 \times 10^{-7} \approx 1,0 \times 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar ca en urspårning på 1000 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 $1,41 \times 10^{-4}$ 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.

	Älvsborgsbanan
ADR 1 – Explosiva ämnen	0
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$8,3 \times 10^{-8}$
ADR 2.3 - Giftig gas	$2,8 \times 10^{-8}$
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$3,6 \times 10^{-6}$
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$5,5 \times 10^{-6}$

A1.2.2 Utsläpp vid urspårning

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

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

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

A1.2.3 Frekvens för scenario med farligt gods på järnväg

Nedan redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive RID-klass (Tabell A-3). Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste 5 åren.

Tabell A-3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av järnvägen på Älvsborgsbanan.

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	$1,6 \times 10^{-8}$
	Gasmolnexplosion	5	50	70	$3,8 \times 10^{-8}$
	BLEVE	0,1	0,13	1	$2,2 \times 10^{-10}$
2.3	Giftigt gasmoln			100	$2,8 \times 10^{-8}$
3	Gasmolnsbrand	1	1,5	3	$6,0 \times 10^{-8}$
	Pölbrand	10	20	30	$7,3 \times 10^{-7}$
5	Brand	0,024	0,048	0,071	$2,6 \times 10^{-9}$
	Explosion	0,0005	0,010	0,15	$1,7 \times 10^{-9}$

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

A2 Referenser

Referenser

- Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré.*
- Barkan et al. (2003). *Analysis of railroad derailment factors affecting hazardous materials transportation risk.*
- Brandskyddslaget. (2015). *Risikanalyt Härnevi 1:17 Upplands bro.*
- BRIAB. (2016). *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 riskanalys för väg och järnväg i Borås Stad.*

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

B1 Inledning

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

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

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

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

B1.1 Typ av utbredning

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

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

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B-1. Typ av spridningsutbredning.

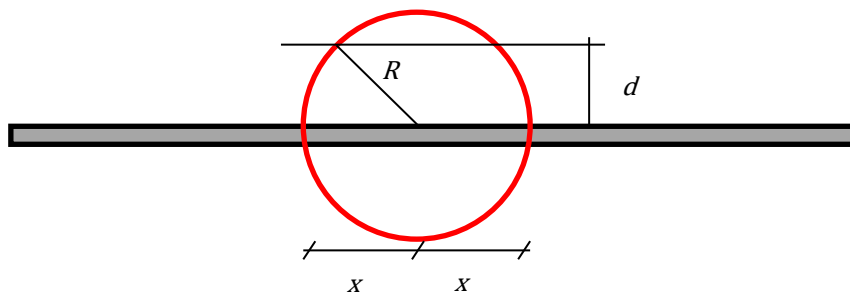
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	15-60/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

B1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en 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:

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

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

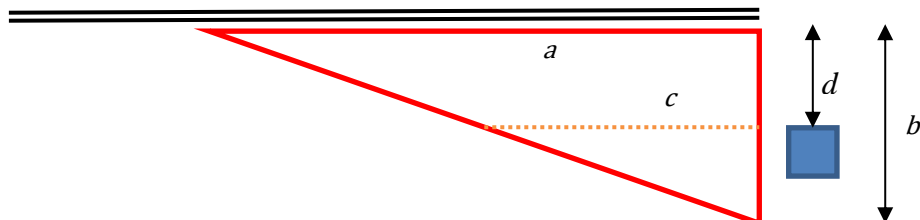


Figur B-1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från transportleden.

B1.3 Riskberäkning för urspårning

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

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



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

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

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

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

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

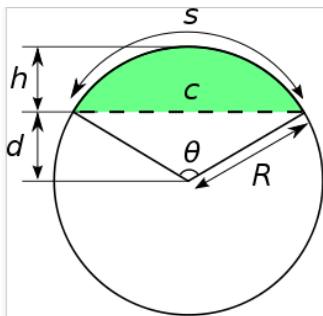
Samhällsrisksbidraget baseras på den rektangel som utgörs av sträckan c och $b - d$.

B1.4 Beräkning av areor för samhällsrisk

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

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

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



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

B1.5 Persontäthet

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

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

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

¹ Källa till Holländska riktlinjer.

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

Avstånd från transportled (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Järnväg Persontäthet per km ²
0-skyddsavstånd	100 %	0 %	100 %	0 %	500
Bortom skyddsavstånd	10 %	90 %	2 %	98 %	20 000

B1.6 Sannolikhet att omkomma inne/ute

Att befinna sig inomhus ger i många scenarier ett viss skydd, exempelvis mot värmestrålning eller gas (VROM, 2005). Vid beräkning av samhällsrisk har därför antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell B-3.

För RID/ADR 1 – Explosiva ämnen och föremål är det istället omvänt så att avståndet för dödliga skador är kortare utomhus än inomhus. Avståndet för där en tryckökning är så stor att det kan leda till dödliga skador på en människa är betydligt kortare än det avstånd där väggar kan raseras och fönster splittras. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av glassplitter eller att byggnadsdelar kollapsar. Därför används i beräkningarna två konsekvensavstånd, ett inomhus och ett utomhus men där sannolikheten att omkomma inomhus inte är 100% inom detta avstånd utan det avstånd som anges i tabellen.

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

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

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

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

B2 Sammanställning över konsekvensavstånd

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

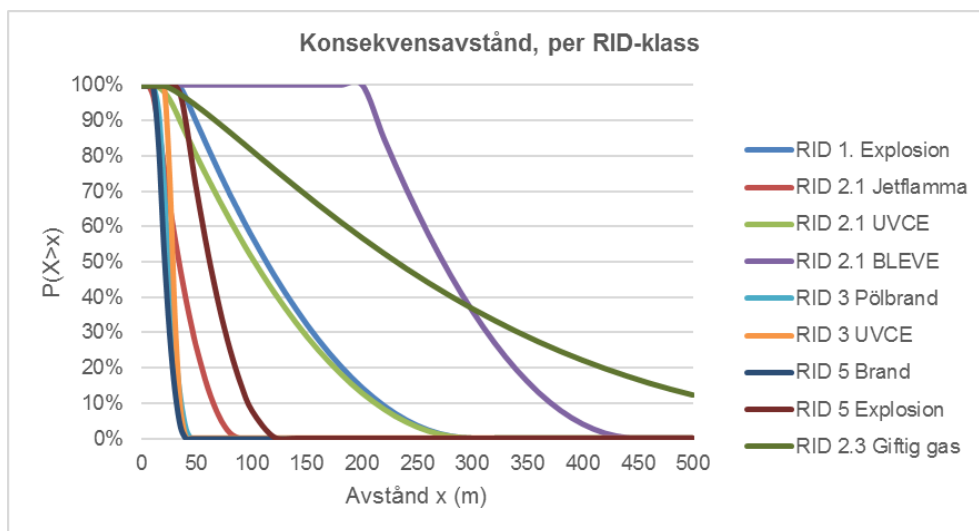
Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016) (WUZ, 2016) (WSP, 2016)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

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

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

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

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



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

B3 Förväntat antal omkomna per scenario

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell B-6. Det är detta värde som tillsammans med frekvensberäkningarna för varje scenario utgör samhällsrisken (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Tabell B-6. Sammanställning över beräknat antal omkomna för varje scenario på Älvsborgsbanan.

Klass	Scenario	Förväntat antal omkomna (medelvärde)
		Bebyggelsefritt
		30 meter
1	Explosion, raserade byggnader	123
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	13
2.1	BLEVE	313
	Jetflamma	2
	Gasmolnexplosion - och brand	5
2.3	Giftigt gasmoln	40
3	Pölbrand	1
	Fördröjd pölbrand (gasmoln)	0
5	Explosion	32
	Brand	1

B4 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

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

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

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

för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala samhällsrisk.

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

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

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

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

B5 Referenser

Referenser

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