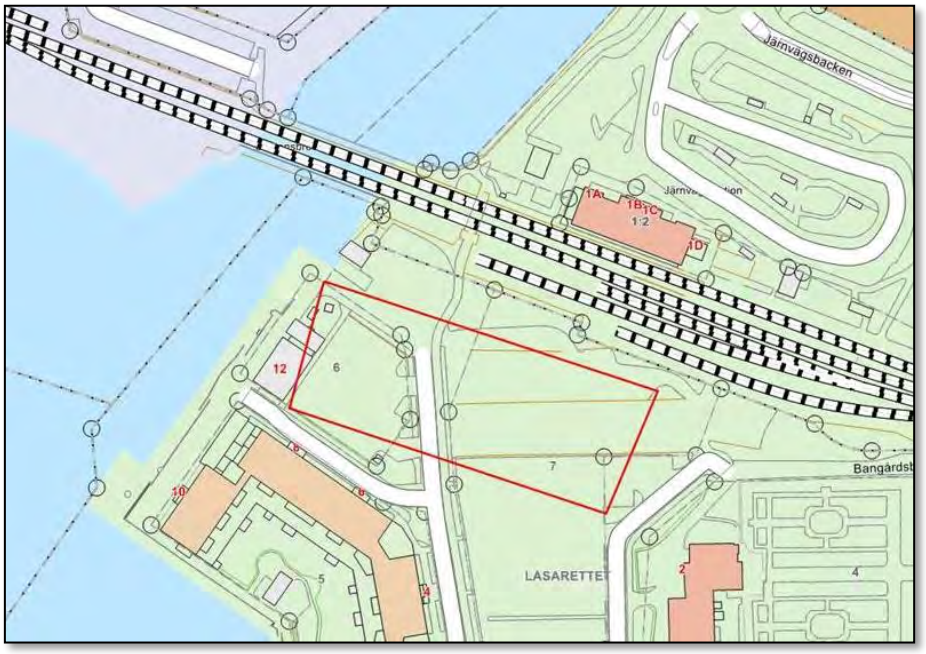
Miljö- och byggnadsförvaltningen, Vänersborgs kommun
Lasarettet 6 och 7

RISKBEDÖMNING FÖR NY DETALJPLAN



Slutgiltig handling

Vänersborgs kommun

Uppdragsansvarig: Lars Strömdahl

Författare: Linnea Savér

Dokumentgranskare: Olof Paulin

Datum: 2023-12-04

Sammanfattning

Denna riskbedömning har upprättats på uppdrag av Miljö- och byggnadsförvaltningen i Vänersborgs kommun som underlag för ny detaljplan för Lasarettet 6 och 7 i Vänersborg tätort. Detaljplanens syfte är att möjliggöra nya kontor och centrumverksamheter i stationsnära läge. Identifierad riskkälla utgörs av Älvsborgsbanan, där transport av farligt gods går.

Riskbedömningen avgränsas till att behandla tekniska olycksrisker, med direkt påverkan på människors säkerhet och hälsa. Horisontåret för utredningen är 2040. Riskbedömningen är utförd med en kvantitativ metod med avseende på transport av farligt gods och mekanisk påverkan. Frekvenser och konsekvenser har beräknats och vägts samman för riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

Resultatet av riskanalysen visar att risknivåerna inom planområdet är förhöja med hänsyn till samhällsrisknivån. Föreslagen markanvändning bedöms kunna genomföras under förutsättningen att rimliga riskreducerande åtgärder vitas.

Sammanfattningsvis rekommenderas följande riskreducerande åtgärder för att uppnå en acceptabel risknivå inom planområdet, med hänsyn till transport av farligt gods på Älvsborgsbanan.

- Friskluftsintag placerade på tak eller på motsatt sida från riskkällan (Älvsborgsbanan).
- Utrymningsmöjlighet i riktning bort från Älvsborgsbanan.
- Marken mellan byggrätten och järnvägen bör utformas så att den inte inbjuder till stadigvarande vistelse.

Om föreslagna åtgärder beaktas bedömer Bengt Dahlgren AB att rimlig hänsyn tagits till aktuella risknivåer satt i relation till tillämpade kriterier för riskvärdering.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 4
1.1 Syfte och mål 4
1.2 Avgränsningar 4
1.3 Kravbild 4
2 OMRÅDESBESKRIVNING 6
2.1 Vänersborg och närområdet 6
2.2 Planområdet 7
2.3 Planerad bebyggelse 8
2.4 Planarbete i angränsade områden 9
3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK 11
3.1 Omfattning av riskhantering 11
3.2 Metodik för riskidentifiering 11
3.3 Metodik för riskanalys 12
3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder 12
4 RISKIDENTIFIERING 13
4.1 Skyddsvärden 13
4.2 Riskkällor 13
4.3 Olycksscenarier 14
5 RISKANALYS 15
5.1 Individrisk 15
5.2 Samhällsrisk 16
5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys 17
6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG 20
6.1 Värdering av risknivåer och känslighetsanalys 20
6.2 Val av riskreducerande åtgärder 20
7 SLUTSATSER 22
REFERENSER 23

1. INLEDNING

Denna riskbedömning har upprättats på uppdrag av Miljö- och byggandsförvaltningen i Vänersborgs kommun inför framtagandet av ny detaljplan för Lasarettet 6 och 7 i Vänersborg. Detaljplanen syftar till att utveckla området med lokaler för kontor och samhällsverksamheter i nära anslutning till Vänersborgs resecentrum.

1.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt enligt kraven i Plan- och bygglagen [1] samt Miljöbalken [2].

Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Målet är även att hantering av riskerna inom detaljplanen för Lasarettet 6 och 7 ska medföra en acceptabel risknivå samtidigt som kommunens ambitioner uppnås.

1.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker[1], med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor[2] och sociala olyckor[3] behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte.

Horisontår för riskbedömningen är år 2040.

1.3 Kravbild

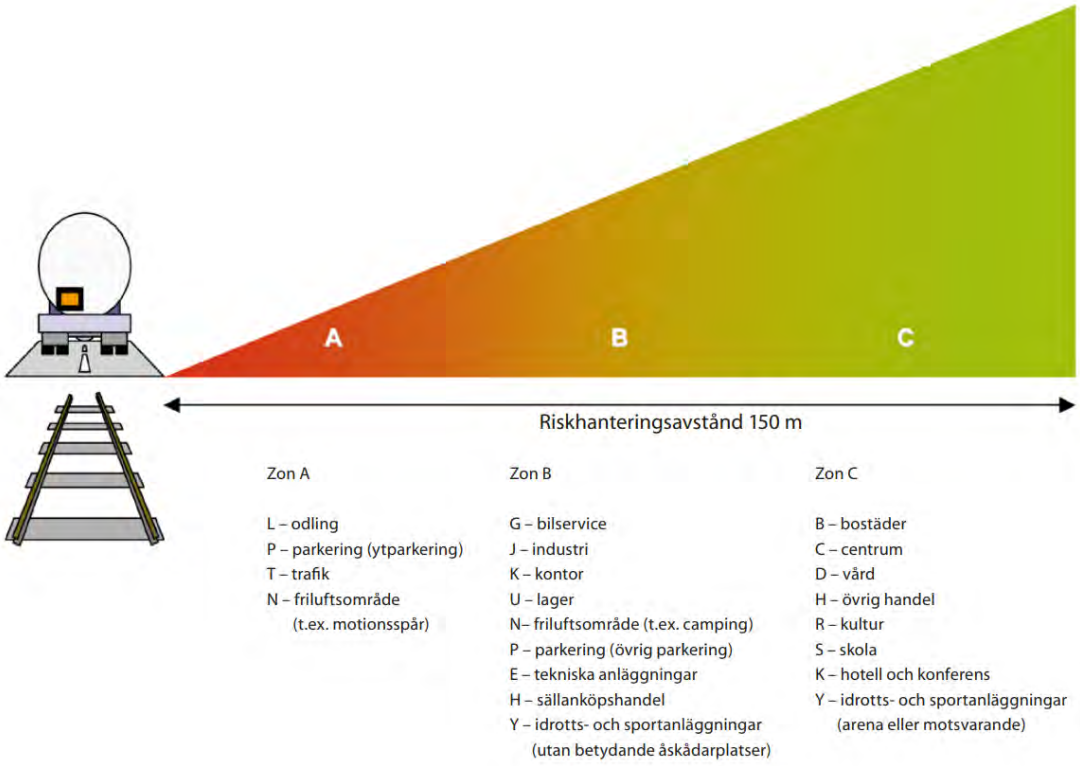
Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [1] och Miljöbalken [2]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

[1] Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

[2] Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

[3] Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [3] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I figuren nedan illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.



Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].

2 OMRÅDESBESKRIVNING

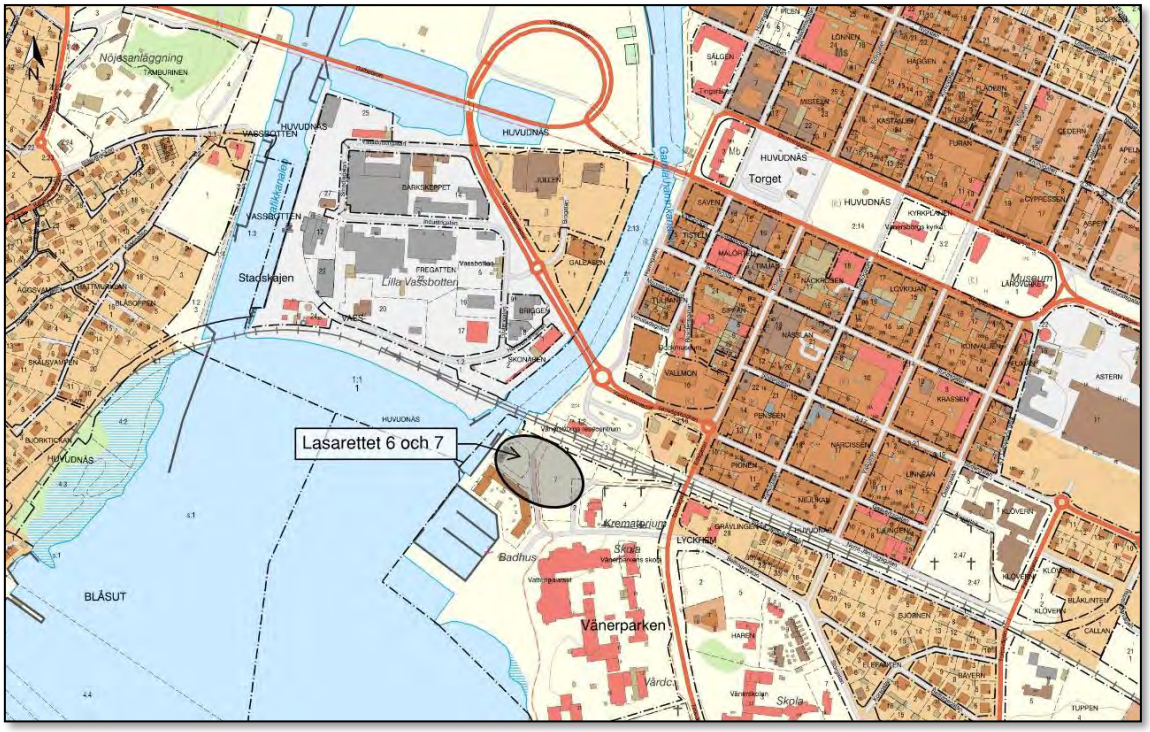
I aktuellt kapitel redovisas en områdesbeskrivning.

2.1 Vänersborg och närområdet

Planområdet är beläget i Vänersborgs kommun i Västra Götalands län. Planområdets placering i Vänersborg framgår i Figur 2 och Figur 3.



Figur 2. Vänersborg och angränsande orter, aktuellt planområde markerat med rött.



Figur 3. Lokalisering av aktuellt planområde i Vänersborg.

2.2 Planområdet

Planområdet är beläget i Vänersborgs kommun och innefattar fastigheterna Lasarettet 6, Lasarettet 7 samt del av Lasarettet 2. Planområdet angränsar till Älvsborgsbanan i norr, sjön Vassbotten (del av Vänern) i väst, fastigheten Lasarettet 5 och 2 i söder samt fastigheten Lasarettet 4 i öst. Lasarettet 4 utgörs av kapell samt kyrkogård och söder om planområdet finns skolverksamheter, simhall samt vårdcentral. Planområdet består i dagsläget av parkeringsytor. Planområdet är beläget ca 15 meter från Älvsborgsbanans närmaste spår och omfattar ca 12 000 m^2. Det närmaste uppställningsspåret är beläget ca 11 meter norr om planområdet.

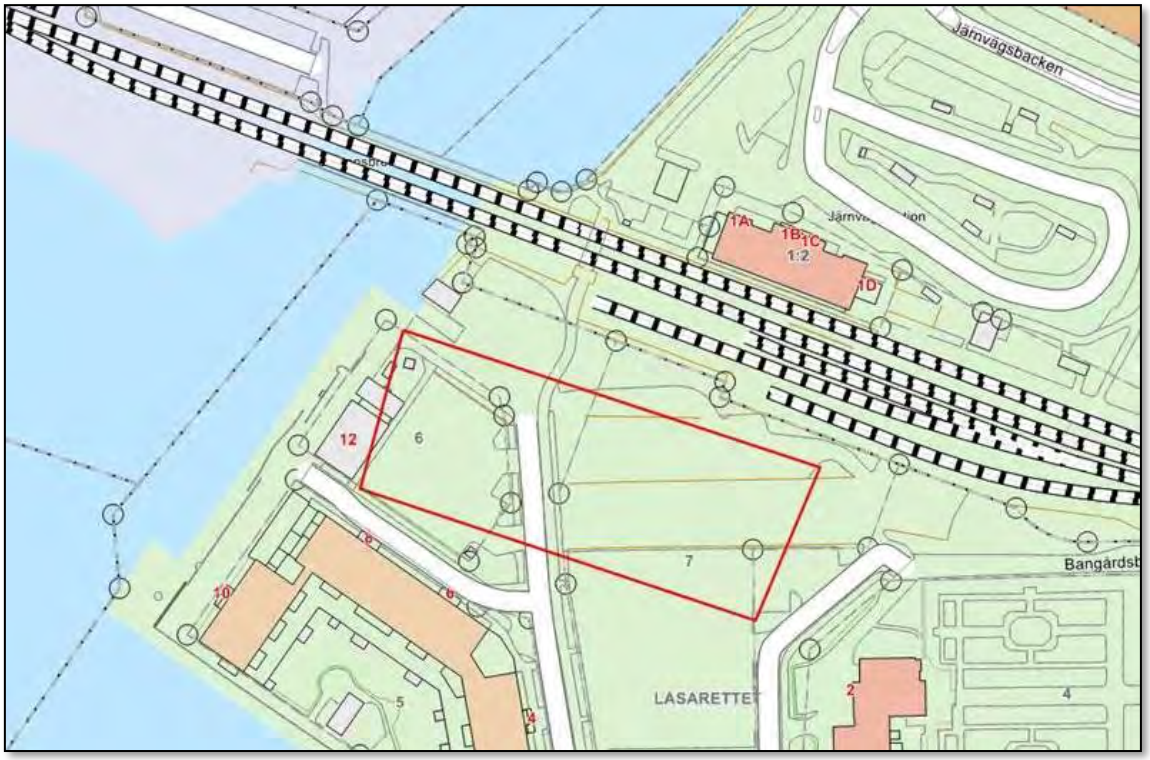
Områdets utbredning illustreras i Figur 4 nedan.



Figur 4. Planområdets ungefärliga utbredning (markerat med rött) i Vänersborg.

2.3 Planerad bebyggelse

Planerad bebyggelse består av lokaler för kontor och samhällsverksamheter i nära anslutning till Vänersborgs resecentrum. Bebyggelse, avsedd för stadigvarande vistelse, planeras uppföras inom område för byggrätt som ligger som närmast ca 28 meters från Älvsborgsbanans närmaste spårmitt (ej uppställningsspår) för transport av farligt gods. Ungefärligt läge för byggrätten illustreras i Figur 5 nedan.

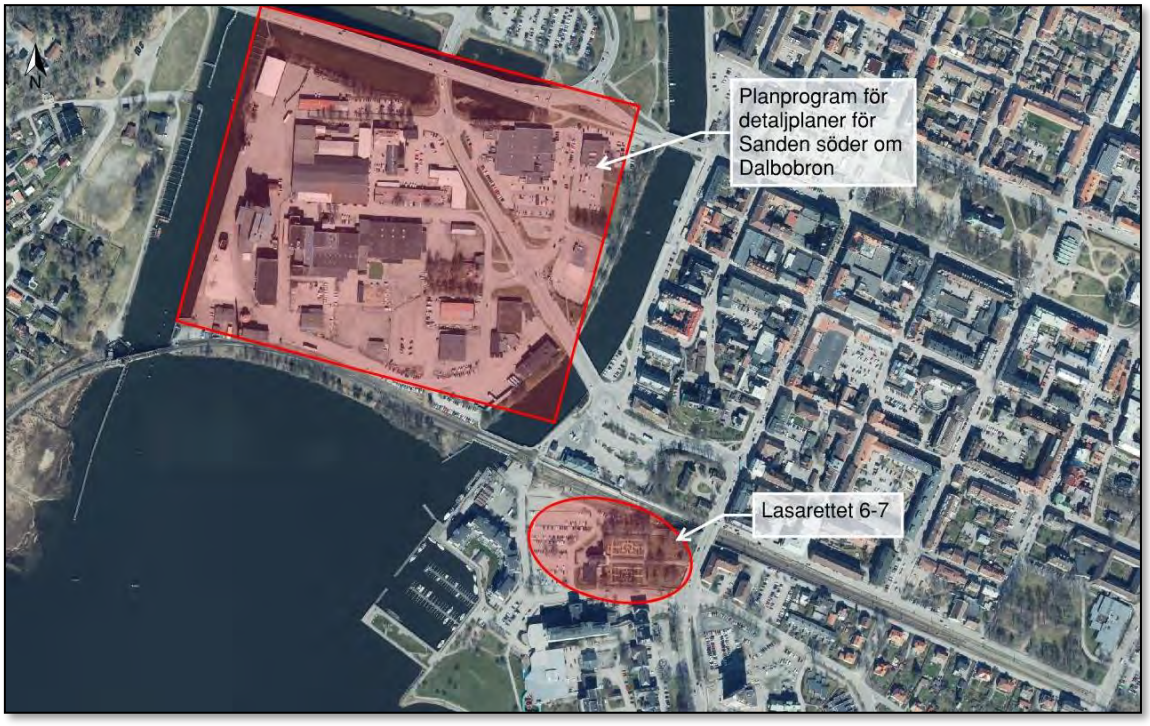


Figur 5. Område för byggrätt.

2.4 Planarbete i angränsade områden

I närområdet finns ett planprogram för Sanden söder om Dalbobron. Planprogrammet syftar till att omvandla nuvarande industriområde med viss handel till en stadsdel med boende, handel, kontor och centrumverksamhet. Planen planeras genomföras etappvis under lång tid.

Programmet medför att befolkningstätheten sannolikt kommer att öka i området i takt med att planen genomförs.



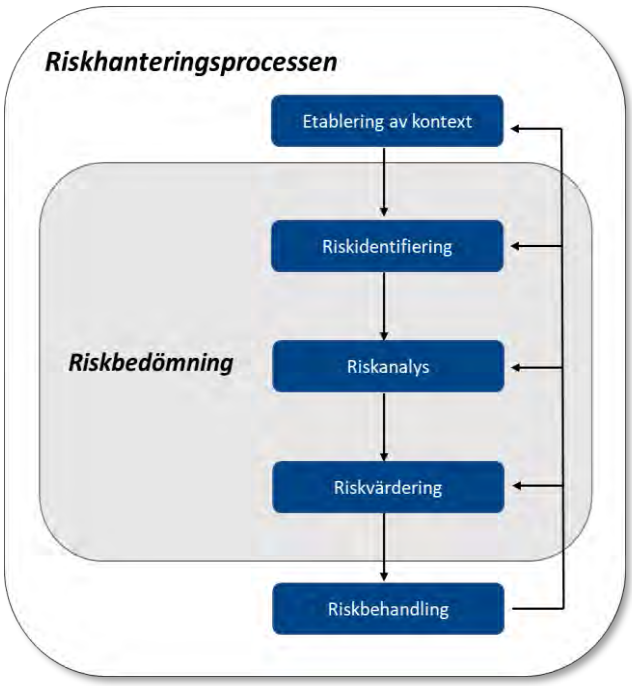
Figur 6. Karta över aktuellt område samt närliggande planarbeten.

3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

I aktuellt kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering och vald metodik.

3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [4], se Figur 7. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.



Figur 7. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Baserat på avgränsningarna som presenteras ovan har nedanstående riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods. Beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga inom 500 meter.

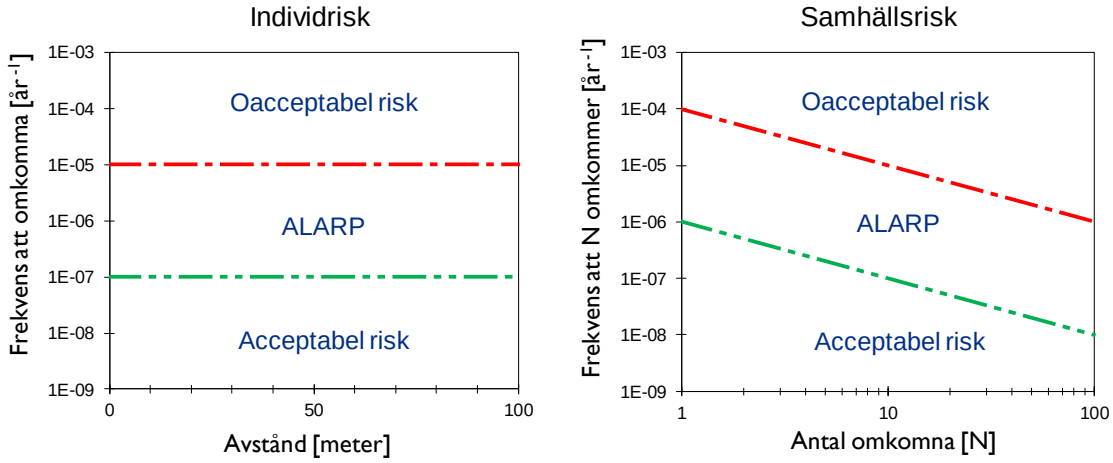
3.3 Metodik för riskanalys

Riskanalysen genomförs med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

- Individrisk definieras som sannolikheten för en godtycklig individ att omkomma på ett år, förutsatt att individen vistas på samma plats. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisken är oberoende av hur många personer som vistas i området.
- Samhällsrisk tar hänsyn till persontäthet inom ett givet område. Konsekvensernas storlek beaktas med avseende på antalet personer som påverkas vid ett olycksscenario. Hänsyn tas till eventuella tidsvariationer, exempelvis att persontätheten kan vara hög på en viss tid på dygnet men låg under en annan. Samhällsrisk redovisas i ett F/N-diagram (Frequency/Number) där den totala sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer illustreras.

3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Riskvärdering sker genom jämförelse mellan beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* [5], se Figur 8 nedan.



Figur 8. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV [5].

Om risker överskrider det övre acceptanskriteriet ska riskåtgärder vidtas. Om risker underskrider det lägre acceptanskriteriet anses risknivåerna vara acceptabla utan vidare åtgärder. Området mellan acceptanskriterierna benämns som *ALARP-området*. Riskerna kan anses acceptabla inom detta område om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i detta område tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt ogenomförbara, om kostnaderna är oproportionerliga alternativt om kostnaderna för riskreduktion överstiger nyttan.

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [6].

4 RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarier som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden.

4.1 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors hälsa och säkerhet. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom det aktuella området.

4.2 Riskkällor

Identifierade riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs av Älvsborgsbanan som är en järnvägssträcka där det också sker transport av farligt gods. Vänersborg gästhamn ligger delvis honom planområdet, vid vilken det sker försäljning av drivmedel. Gästhamnen kommer att flyttas när planen genomförs och behandlas därmed inte vidare.

Identifierade riskkällor beskrivs närmare i nedanstående avsnitt.

4.2.1 Älvsborgsbanan

Aktuell byggrätt är lokaliserad ca 11 meter från uppställningsspår på Älvsborgsbanan. Övriga spår på vilka passerande tågtrafik sker är som närmast på ett avstånd om ca 28 meter från platsen för byggrätten. Uppställningsspåren bedöms i normalfallet endast trafikeras av tåg med mycket låg hastighet. Då aktuell byggrätt inte ligger i körriktningen av uppställningsspåren bedöms risken för mekanisk påverkan från urspårande tåg som låg och behandlas därmed inte vidare i fortsatt riskbedömning.

4.2.2 Farligt gods på Älvsborgsbanan

Älvsborgsbanan går genom Vänersborg tätort, på vilken farligt gods transporteras. Aktuellt planområde är lokaliserad vid Vänersborg c och järnvägstransporter på både linjedel Vänersborg c – Håkanstorp/Vargön samt linjedel Öxnered – Vänersborg c passerar planområdet. Årsdygnstrafiken (ÅDT) är det genomsnittliga antal spårfordon för ett dygn under ett år som passerar en sträcka eller en punkt.

ÅDT för linjedelarna för tågplan 2022 samt prognos för horisontår 2040 presenteras i Tabell 0-1. I tabellen framgår även ÅDT för godståg på aktuella sträckor. I Tabell 0-2 presenteras ÅDT vid år 2022 för trafikplats Vänersborg c, enligt tågplan 2022.

Tabell 0-1. ÅDT för sträckan Vänersborg – Håkanstorp/Vargön samt Vänersborg C – Öxnered vid tågplan 2022 samt prognos vid horisontår 2040.

Linjedel	*ÅDT totalt 2022*	*ÅDT gods 2022*	*ÅDT totalt 2040*	*ÅDT gods 2040*
Vänersborg c – Håkanstorp/Vargön	17,7	0,7	23	2-3

Vänersborg c - Öxnered	68,1	0,7	82,6	2-3

Tabell 0-2. ÅDT för trafikplats Vänersborg c enligt tågplan 2022.

Trafikplats	*ÅDT totalt 2022*	*ÅDT gods (passage)*	*ÅDT gods (uppehåll)*
Vänersborg c	68,2	0,6	0,1

Fördelning av ämnesklasser för transport av farligt gods på järnväg beskrivs i Bilaga A.

4.3 Olycksscenarier

Det olycksscenario som kan skada aktuellt skyddsvärde är olycka med farligt gods på järnväg.

4.3.1 Olycka med farligt gods

Produkter som har potentiella egenskaper att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka, går under begreppet farligt gods. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt RID-S-systemet. Klassindelningen baseras på den dominerande risken som sammankopplas med ämnenas egenskaper. Beroende på vilken typ av ämne som släpps ut kan det ge konsekvenser på olika långa avstånd.

Farligt gods som kan ge konsekvenser på aktuella avstånd från närliggande spår är bland annat explosiva varor, brandfarliga gaser och vätskor eller giftiga gaser (se Bilaga A för sammanfattande tabell över olika typer av ämnen).

5 RISKANALYS

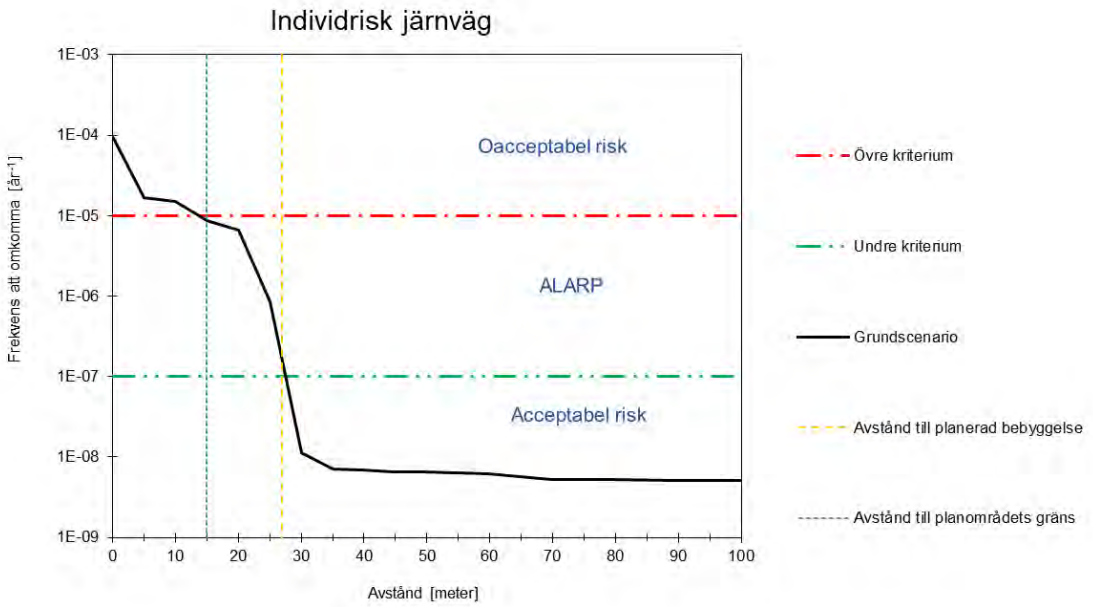
Riskanalysen har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarier har vägts samman till riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

Frekvensberäkningar och konsekvensberäkningar presenteras i Bilagorna A respektive B. Riskberäkningar presenteras i Bilaga C.

5.1 Individrisk

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 9 nedan. Individrisken hanteras med en kvantitativ analysmetod.

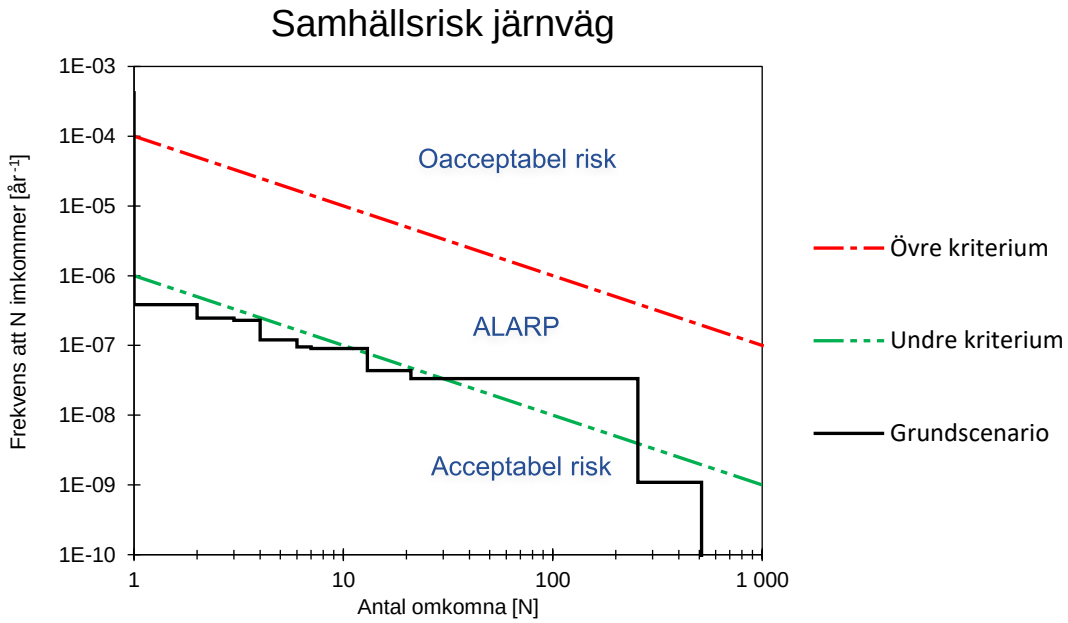


Figur 9. Individrisknivå inom planområdet med avseende på transporter av farligt gods på Älvsborgsbanan.

Vid avståndet till byggrätten, ca 28 meter från Älvsborgsbanan, bedöms individrisknivån vara under DNV:s kriterium för acceptabel risk. Vid aktuellt avstånd har individrisken precis tangerat det undre kriteriet från ALARP-området till acceptabel risk. Planområdet ligger som närmast ca 15 meter från järnvägen, och för den del av planområdet som ligger mellan aktuell byggrätt och järnvägen bedöms risknivån vara inom ALARP-området.

5.2 Samhällsrisk

Samhällsrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 10 nedan.



Figur 10. Samhällsrisknivå med avseende på transporter av farligt gods på Älvsborgsbanan.

Samhällsrisken överstiger DNV:s undre kriterium och är således inom ALARP-området. Inom ALARP-området ska rimliga riskreducerande åtgärder vidtas för att minska risknivån. Samhällsrisknivån uppnår en oacceptabel risk längst till vänster i grafen. Denna del drivs till stor del av mekanisk påverkan, det vill säga urspårning, vilket har ett konsekvensområde på som mest 25 meter. Ingen ny bebyggelse planeras inom 25 meter från Älvsborgsbanan.

5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskbedömningar av detta slag är förknippade med osäkerheter. Statistik och framtagen litteratur inom området har använts för att minimera dessa osäkerheter så långt det varit möjligt. I de fall det inte varit möjligt att ta fram tillförlitliga värden har osäkerheter i olika parametrar hanterats med hjälp av konservativa antaganden och säkerhetsmarginaler. Syftet är att osäkerheterna ska leda till överskattningar snarare än underskattningar av risknivån för att säkerställa robustheten i resultatet. Utöver detta sker nedan en känslighetsanalys av särskilt betydande parametrar. De största identifierade osäkerheterna i denna riskbedömning utgörs av följande.

- Persontäthet längs aktuell järnvägssträcka
- Antal transporter med farligt gods

5.3.1 Persontäthet

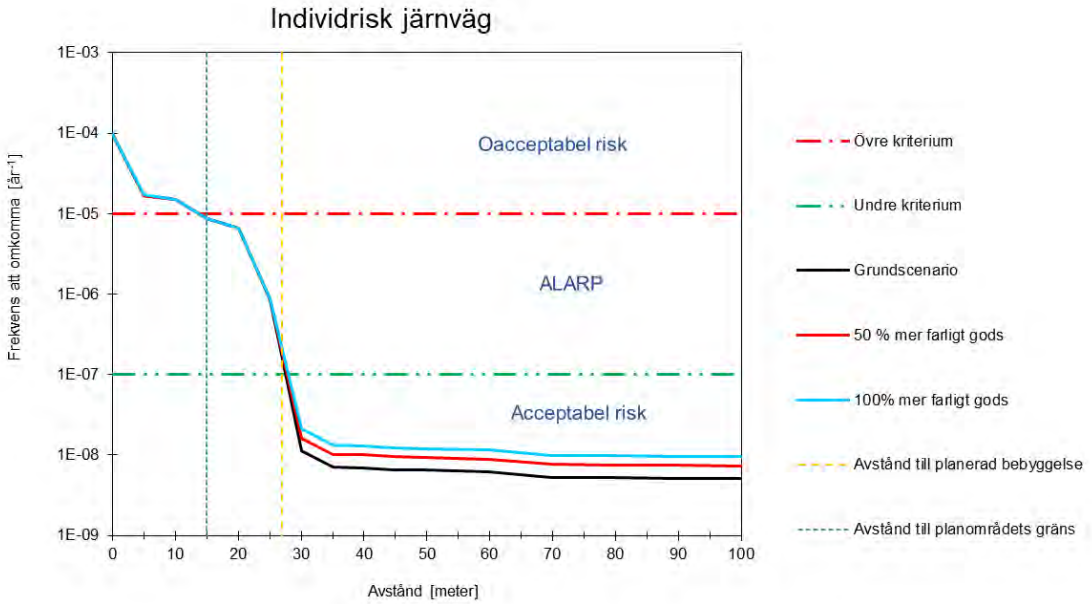
Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsriskberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario. I angränsande områden till planområdet har persontätheten generellt ansatts konservativt. Persontätheten har uppskattats med hjälp av typbebyggelsens utformning och en jämförelse med Sveriges Kommuner och Regioners publikation för täthetsmått för kollektivtrafiken [7]. Persontätheten inkluderas i känslighetsanalysen med 25–50% högre persontäthet för att undersöka robustheten i resultatet.

5.3.2 Antal transporter av farligt gods

I riskanalysen görs en beräkning för individrisk för 50% och 100% ökat antal transporter med farligt gods för att undersöka robustheten i resultaten. För samhällsrisk görs en beräkning med 50% ökat antal transporter.

5.3.3 Resultat av känslighetsanalys

I Figur 11 illustreras individrisknivåerna för grundscenariot respektive de två känslighetsanalyserna.

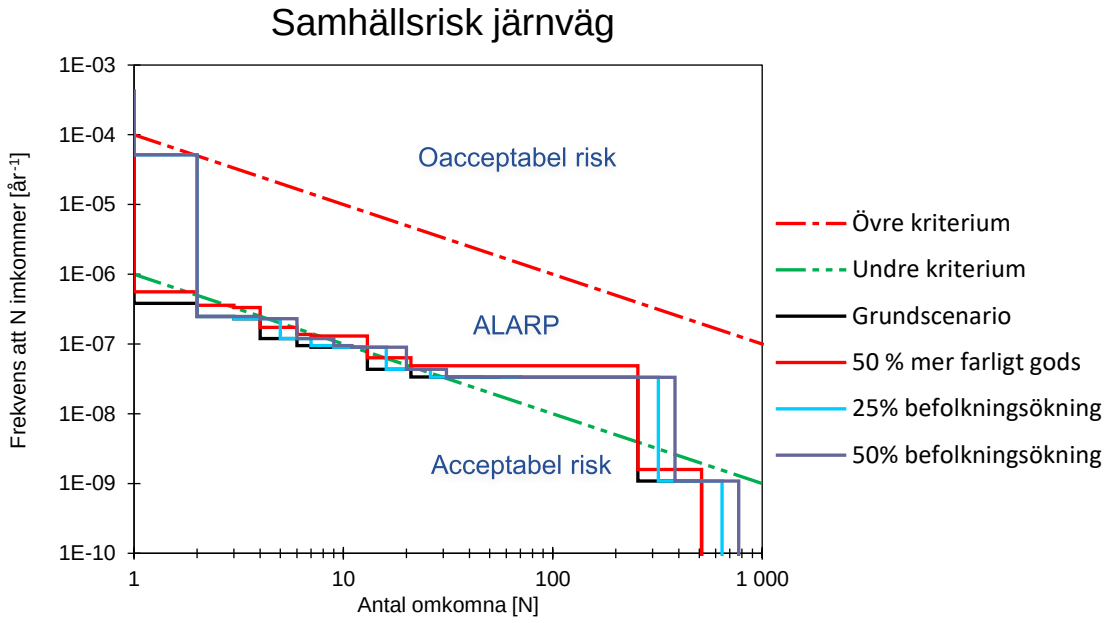


Figur 11. Individrisk - Känslighetsanalys avseende ökat antal transporter med farligt gods.

Individrisknivån ökar marginellt med ökat antal transporter. Detta då antal transporter av farligt gods är relativt låg vid aktuell sträcka. Vid 100% ökning av antalet transporter av farligt gods hamnar individrisknivån vid 28 meter från Älvsborgsbanan inom området för acceptabel risk.

Känslighetsanalysen visar att resultatet är robust avseende antal transporter med farligt gods.

I Figur 12 illustreras samhällsrisknivåerna för grundscenariot respektive de tre känslighetsanalyserna.



Figur 12. Samhällsrisk – Känslighetsanalys avseende ökat antal transporter av farligt gods samt befolkningsökning.

Vid känslighetsanalyserna når samhällrisken, liksom i grundscenariot, oacceptabel risk längst till vänster i figuren. Aktuellt olycksscenario utgörs av mekanisk påverkan, det vill säga urspårning, som har ett konsekvensavstånd om maximalt 25 meter. Då ingen ny bebyggelse med stadigvarande vistelse planeras att uppföras inom 25 meter från Älvsborgsbanans närmaste spår vid aktuellt planområde kan detta scenario bortses från.

Vid en befolkningsökning om 25 respektive 50% förskjuts samhällsrisken åt höger, vilket innebär att antalet omkomna ökar. Samhällrisken befinner sig fortsatt inom ALARP-området, men tangerar det övre kriteriet, som innebär gränsen för oacceptabel risk. Denna del av samhällrisken drivs enligt ovan av mekanisk påverkan, och kan därmed bortses ifrån om ingen ny bebyggelse eller mark som inbjuder till stadigvarande vistelse placeras inom 25 meter från Älvsborgsbanan.

Vid 50% ökat antal transporter av farligt gods ökar samhällrisken marginellt, och risknivån är fortsatt inom ALARP-området.

Känslighetsanalysen visar att resultatet är robust avseende dessa parametrar.

6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

I detta kapitel redovisas riskvärdering, diskussion kring åtgärder och avslutningsvis presenteras rekommenderade åtgärder för aktuellt område.

6.1 Värdering av risknivåer och känslighetsanalys

Resultaten från analysen visar att risknivån i området är förhöjd.

Individrisknivån vid den planerade byggrätten, ca 28 meter från Älvsborgsbanans närmaste spår, befinner sig inom området för acceptabel risk med avseende på järnvägen och kan anses vara acceptabel utan vidtagande av riskreducerande åtgärder. Individrisken minskar snabbt mellan 20 och 30 meters avstånd från järnvägen och tangerar gränsen mellan ALARP-området och acceptabel risk vid ca 27 meter. Detta innebär att om byggrätten placeras bara ett par meter närmare järnvägen hamnar individrisknivån inom ALARP-området, vid vilket rimliga riskreducerande åtgärder behöver vidtas. Med hänsyn till den förhöjda risknivån inom ca 27 meter från järnvägen rekommenderas marken mellan byggrätten och järnvägen utformas så att den ej inbjuder till stadigvarande vistelse.

Samhällsrisknivån för området befinner sig inom ALARP-området. Sammantaget visar detta att samhällsrisknivån kan anses vara acceptabel givet att rimliga åtgärder vidtas. Till stor del beror samhällsrisknivåerna på potentiella olyckor som härrör från giftiga gaser (ämnesklass 2.3). Utöver detta drivs samhällrisknivån främst från brandfarlig vätska (ämnesklass 3) och brännbara gaser (ämnesklass 2.1). Rimliga åtgärder behöver vidtas för att reducera samhällsrisknivån med avseende på olyckor med dessa ämnesklasser.

Känslighetsanalysen för individrisk visar att resultatet är robust med avseende på parametern *antal transporter med farligt gods*. Beräkningarna i grundscenariot är gjorda med konservativa antaganden och känslighetsanalysen (50% respektive 100% fler antal transporter med farligt gods) visar att risknivåerna endast påverkas i mindre omfattning.

Känslighetsanalysen för samhällsrisk är gjord med avseende på parametrarna *antal transporter med farligt gods* och *persontäthet* och resulterar i risknivåer som fortsatt befinner sig inom ALARP-området. Känslighetsanalysen visar därmed att resultatet för samhällsrisk är robust med avseende på dessa parametrar. Grundscenariot har beräknats med konservativa antaganden och känslighetsanalysen (50 % fler antal transporter med farligt gods samt 25 % respektive 50% fler antal personer) visar att risknivåerna påverkas, men att de förblir inom samma område som för grundscenariot.

6.2 Val av riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder väljs i första hand för att skydda mot potentiella olyckor med de ämnesklasser av farligt gods som står för det största riskbidraget. I aktuellt fall innebär det att

åtgärder som begränsar konsekvenser vid olyckor med giftiga gaser prioriteras, samt i viss mån brännbar vätska och brännbara gaser.

I Tabell 0-3 presenteras de åtgärder som bedöms aktuella för olika avstånd från järnvägen.

Tabell 0-3. Åtgärder som bedöms aktuella vid olika avstånd från riskkällan.

Avstånd från Järnvägen	*Åtgärder för bebyggelse*
0–15 meter	- Ingen bebyggelse
15–28 meter	- Brandklassad fasad som vetter mot järnvägen - Brandklassade fönster som vetter mot järnvägen - Friskluftsintag placerade på tak - Utrymningsväg bort från riskkällan
28–30 meter	- Friskluftsintag placerade på tak - Utrymningsväg bort från riskkällan
30–75 meter	För byggnader utan framförvarande bebyggelse eller barriärer mot riskkällan: - Friskluftsintag placerade på tak - Utrymningsväg bort från riskkällan
>75 meter	- Inga åtgärder

Trafikverket rekommenderar att ingen bebyggelse uppförs inom 30 meter från närmaste spårmitt. Om exempelvis parkering uppförs närmare än så kan åtgärder som en skräm eller mur som att förhindrar stenskott eller liknande uppstår bli aktuella.

Risknivån inom planområdet bedöms vara förhöjd närmast spåret. Marken mellan byggrätten och järnvägen bör därmed utformas så att den inte inbjuder till stadigvarande vistelse. Ytparkering och enplans parkeringshus bedöms generellt inte utgöra stadigvarande vistelse. Höga parkeringshus om 4–5 våningar beaktas ofta som stadigvarande vistelse.

Då samhällsrisknivån är inom ALARP-området innebär detta att rimliga åtgärder ska vidtas för att minska risknivån. Föreslagna riskreducerande åtgärder utgår därmed från vad som bedöms rimligt ur ett kostnad/nyttoperspektiv.

Sammanfattningsvis rekommenderas följande riskreducerande åtgärder:

- Friskluftsintag placeras på skyddad sida i riktning bort från riskkällan Älvsborgsbanan, eller på tak för att minska risken för att gas sprids in i byggnaden.
- Utrymningsmöjlighet i riktning bort från Älvsborgsbanan.
- Marken mellan byggrätten och järnvägen bör utformas så att den inte inbjuder till stadigvarande vistelse.

7 SLUTSATSER

Syftet med denna riskbedömning är att ur ett olycksperspektiv bedöma lämpligheten av föreslagen markanvändning inför ny detaljplan samt vid behov föreslå riskreducerande åtgärder.

Beräkningar av risknivån har genomförts med avseende på transport av farligt gods på Älvsborgsbanan. Beräkningarna visar på att individrisken är acceptabelt låg vid aktuell placering av byggrätt, ca 28 meter från järnvägens närmaste spårmitt på vilket farligt gods transporteras. Samhällsrisken beräknas vara inom ALARP-området, vilket innebär att rimliga riskreducerande åtgärder bör vidtas för att minska risknivån. Aktuell markanvändning bedöms trots detta vara lämplig, under förutsättning att riskreducerande åtgärder vitas. Då risknivån är förhöjd närmast spåret bör marken utformas så att det inte inbjuder till stadigvarande vistelse mellan byggrätten och järnvägen.

Risknivån drivs främst av transporter av giftig gas (ämnesklass 2.3) samt till viss del brandfarliga vätskor (ämnesklass 3) och brännbara gaser (ämnesklass 2.1). De åtgärder som föreslås är de som i första hand skyddar mot potentiella olyckor från dessa ämnesklasser.

Sammanfattningsvis rekommenderas följande riskreducerande åtgärder:

- Friskluftsintag placeras på skyddad sida i riktning bort från riskkällan Älvsborgsbanan, eller på tak för att minska risken för att gas sprids in i byggnaden.
- Utrymningsmöjlighet i riktning bort från Älvsborgsbanan.
- Marken mellan byggrätten och järnvägen bör utformas så att den inte inbjuder till stadigvarande vistelse.

Det är Bengt Dahlgren AB:s slutsats att rimlig hänsyn tagits till aktuella risknivåer i relation till aktuella riskkriterier under förutsättning att föreslagna åtgärder beaktas.

REFERENSER

[1] ”Plan- och bygglag,” SFS 2010:900.

[2] ”Miljöbalk,” SFS 1998:808.

[3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods,” 2006.

[4] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering - Vägledning, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2018.

[5] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport,* Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket)., 1997.

[6] ”Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner,” Boverket och MSB, 2006.

[7] Sveriges kommuner och Landsting, *Täthetsmått för effektiv kollektivtrafik,* 2016.

[8] S. Fredén, ”Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omivningen, rapport 2001:05,” Miljösektionen, Banverket, Borlänge, 2001.

[9] Trafikverket, *Trafikuppgifter tågplan 2022,* 2022.

[10] Trafikverket, ”Statistik Farligt gods på järnväg 200910-201009,” 2010.

[11] Trafikanalys, ”Bantrafik 2015 - Statistik 2016:18,” Trafikverket, Stockholm, 2016.

[12] Health and safety commision, ”Major hazard aspects of the transport of dangerous substances,” H.M.S.O, 1991.

[13] A. Sarrack, ”Assessment of Risk due to Vehicle accident for the Plutonium solution transfer from H-area to F-area,” Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.

[14] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, ”Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5,” 1997.

[15] Statens väg- och transportforskningsinstitut, ”Farligt gods - riskbedömning vid transport,” Räddningsverket, Karlstad, 1996.

[16] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods,* 2007.

[17] G. Purdy, ”Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail,” *Journal of Hazardous material,* vol. 33, pp. 229-259, 1993.

[18] L. Helmersson, ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg,” VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.

[19] MSB, ”Transporter av farligt gods - väg och järnväg,” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.

[20] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor,* 1998.

[21] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis,* 2000.

[22] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011,* 2011.

[23] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), *RIB sök - propan, hämtad: https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1 [2017-05-29].*

[24] B. Andersson, ”Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall,” Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.

[25] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), ”Guidelines for quantitative risk assessment CPR 18E (the 'Purple Book'),” 1999.

[26] Committee for the Prevention of Disasters (CPR) , ”Methods for the determination of possible damage CPR 16E (the 'Green Book'),” 1990.

[27] Trafikverkvet, ”Prognoser för järnvägstrafiken (utdrag från trafikverkets register),” 2015.

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

I denna bilaga beskrivs metodik, indata och antaganden för att beräkna frekvensen av olycksscenarier till följd av olycka vid transport av farligt gods samt urspårning som kan leda till mekanisk påverkan mot människor som vistas längs med järnvägen.

I Tabell C-0-1 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

Tabell C-0-1. Sammanfattning av respektive ämnesklass av farligt gods med tillhörande konsekvens.

Klass	*Ämnen*	*Exempel*	*Konsekvenser*	*Studeras vidare i riskbedömningen*
1	Explosiva varor	Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc.	Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd.	Ja
2	Gaser			
2.1	Brandfarliga gaser (kondenserade)	Gasol, vätgas, etc	Potentiella olycksscenarion utgörs av jetflammor, BLEVE, gasmolnsexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning.	Ja
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	Inerta gaser, t.ex. kväve	Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet.	Nej
2.3	Kondenserad giftig gas	Klor, ammoniak, etc.	Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan.	Ja
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja	Värmestrålning vid antändning.	Ja
4	Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid etc.	Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxid, etc.	Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp.	Ja
6	Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner	Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc.	Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter.	Ja
7	Radioaktiva ämnen		Akut skada uppkommer ej vid olycka.	Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc.	Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter.	Ja
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Asbest, gödningsämnen, etc.	Ingen risk för livshotande personskada	Nej

Frekvens av urspårning

Urspårningsfrekvenser beräknas enligt VTI-modellen anpassad för järnväg [8]. Indata i beräkningarna gällande verksamhetens art redovisas i Tabell C-0-2. Övriga indata finns redovisad i [8].

Tabell C-0-2. Specifika indata som använts i beräkningarna.

Variabel	*Använt värde*
Studerad sträckas längd	1 km
Antal spår	2
Antal växlar	5
Antal persontåg per genomsnittsdygn (ÅDT)	70
Antal godståg per genomsnittsdygn (ÅDT)	2-3
Antal vagnar per persontåg	6
Antal vagnar per godståg	29
Axelantal per vagn (snitt)	3,5

FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (RID-S)

Trafikprognos för aktuell järnvägssträcka med horisontår 2040 är hämtad från Trafikverket [9]. Uppgifter om transporter av farligt gods (fördelning mellan klasser och antal vagnar i relation till det totala godsflödet) är hämtad från Trafikverket [10] och TRAFA [11].

Händelseträdsmetodik – olyckor på järnväg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik vid olyckor på järnväg. Händelseträden ser olika ut för respektive RID-S klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

Mekanisk påverkan

Urspårning kan, utan utsläpp av något ämne, medföra påverkan på människor som befinner sig intill järnvägen. Vilka personer som riskerar att påverkas beror på hur långt från spåret de urspårade vagnarna hamnar. Fördelningen mellan avstånd som tågvagnar hamnar på vid urspårningar är hämtad från [8] och redovisas i Tabell C-0-3 nedan.

Tabell C-0-3. Redovisar sannolikhetsfördelning över vilket avstånd från spårmitt som tågvagnar hamnar vid urspårning [8].

Tågsort / Avstånd från spårmitt	*0-5 meter*	*5-15 meter*	*15-25 meter*	*>25 meter*
Resandetåg	96 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	91 %	5 %	2 %	2 %

RID-S klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexplosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexplosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O sker en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka i 0,2 % av fallen [12].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i godsvagnar som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för en brand i godsvagnen i samband med en olycka ansätts till 2 % [13]. Värdet är framtaget för sannolikheten av brand i en lastbil vid olycka och anses vara ett konservativt antagande för tåg. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten antas till 50 % [14].

TRANSPORTERAD MÄNGD

Den maximala transportmängden av ämnesklass 1 på järnväg ansätts till 25 ton [14]. Det bedöms däremot vara osannolikt att en transport innehåller så stora mängder av säkerhetsskäl samt att det sällan finns anledning att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporterna förväntas endast inrymma några hundra kilo. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexplosion presenteras i Tabell C-0-4 nedan.

Tabell C-0-4. Fördelning explosionslast vid olycka med RID-S klass 1.

Explosionslast	*Järnväg*	*Sannolikhet*
Litet	500 kg	60 %
Medelstort	2 ton	39 %
Stort	25 ton	1 %

RID-S klass 2 – Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods varierar beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet. Sannolikheten för att en tjockväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är cirka 0,02 [8].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage som följd av olycka ansätts enligt *Tabell 0-5* nedan [15] [16].

Tabell 0-5 Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med RID-S klass 2.

Utsläppsstorlek	*Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas*	*Sannolikhet*
Litet	1 cm	62,5 %
Medelstort	3 cm	20,8 %
Stort	11 cm	16,7 %

KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan eller med trasig säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en brinnande intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 0 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på järnväg. Motsvarande värden är 20 respektive 50 % för utsläpp av mer än 1500 kg [17]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

Tabell C-0-6. Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med RID-S klass 2.1.

Utsläppsstorlek	*Olycksscenario*	*Sannolikhet*
Litet	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %
Medelstort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %
Stort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %

Vid ett medelstort och stort utsläpp som leder till en jetflamma antas en BLEVE kunna inträffa. En BLEVE antas enbart kunna uppstå om en eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1 %.

RID-S klass 3 – Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheten för att en tunnväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är 0,3 [8]. Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [18]. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [12].

Tabell C-0-7. Sannolikhetsfördelning av pölstorlek och sannolikhet för antändning vid olycka med RID klass 3.

Utsläppsstorlek	*Storlek*	*Sannolikhet*	*Sannolikhet för antändning*
Litet	50 m^2	62,5 %	3,3 %
Medelstort	200 m^2	20,8 %	3,3 %
Stort	400 m^2	16,7 %	3,3 %

Den maximala rimliga pölstorleken bedöms vara ca 400 m^2 (diameter ca 22 meter), med hänsyn till att en viss mängd vätska sjunker ner i jorden. Scenariot pölbrand bedöms som konservativt eftersom underlaget vid järnvägsbanken består av makadam vilket är ett lättgenomsläppligt material som försvårar bildandet av pölar vid utsläpp. Även marken utanför det direkta spårområdet består oftast av grus och växtlighet, vilket också är relativt genomsläppliga underlag som minskar risken för bildandet av stora vätskeansamlingar.

RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller är självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs i beräkningarna av ammoniumnitrat som kan transporteras i såväl fast som flytande form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensin) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [19]. Sannolikhet för utsläpp av ammoniumnitrat förutsätts motsvara sannolikhet för utsläpp i tunnväggig godsvagn d.v.s. 30 % [8]. Sannolikheten för utsläpp/förekomst av organiskt material samt efterföljande blandning av organiskt material och ammoniumnitrat antas uppgå till 1 %. Sannolikheten för antändning antas till 3,3 % [12] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår vid godsvagnen som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [13], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1 %.

TRANSPORTERAD MÄNGD

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 25 ton. Det förutsätts däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intilliggande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [14]. Med antagandet att maximalt 400 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 3 ton. Det förutsätts konservativt att detta motsvarar en explosionslast om 3 ton TNT.

Mängden transporterat material fördelas enligt följande:

Tabell C-0-8. Fördelning explosionslast vid olycka med RID klass 5.

Storlek	*Mängd*	*Sannolikhet*
Litet	3 000 kg	99 %
Stort	25 000 kg	1 %

RID Klass 6 – Giftiga och smittfarliga ämnen

Giftiga och smittfarliga ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

RID Klass 8 – Frätande ämnen

Frätande ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i denna riskanalys generellt i form av ett riskavstånd, inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar på järnvägsspåret.

RID-S klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstötvågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstötvågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [20].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [20]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20-40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [14].

För att ta hänsyn till såväl de direkt som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [21]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT.

RID-S klass 2

RID-S klass 2 delas upp i två klasser: RID-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och RID-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [18].

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7 °C [22]

RID-S KLASS 2.1

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier [20] [23] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m^2 för varaktighet 1 minut.
- Gasmoln: koncentration på 2,3 vol-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m^2 för varaktigheten ca 12 s.

Tabell D-1. Indata till konsekvensberäkningar för brännbar gas.

	Parameter	*Värde*
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s
		Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s
	Ytråhet	Stad eller skog
Källa	Ämne	Propan (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2,5 m
	Tanklängd	20 m
	Lagringstemperatur	7 °C
	Mängd ämne i tank	Järnväg: 40 ton

RID-S KLASS 2.3 – GIFTIG GAS

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [16].

	Parameter	*Värde*
Omgivning	*Vindriktning*	*Mot området*
	Vädertyp	*Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s*
		Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s
	Ytråhet	*Stad eller skog*
Källa	*Ämne*	*Svaveldioxid (tryckkondenserad)*
	Tankdiameter	*2,5 m*
	Tanklängd	*20 m*
	Mängd i tanken	*40 ton*
	Lagringstemperatur	*7 °C*

RID-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [24].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m^2 för varaktighet 1 minut [20]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m^2 förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få 2:a gradens brännskador, men alla som får 2:a gradens brännskador omkommer inte.

RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar sker likt de för RID-S klass 1 ovan.

RID-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

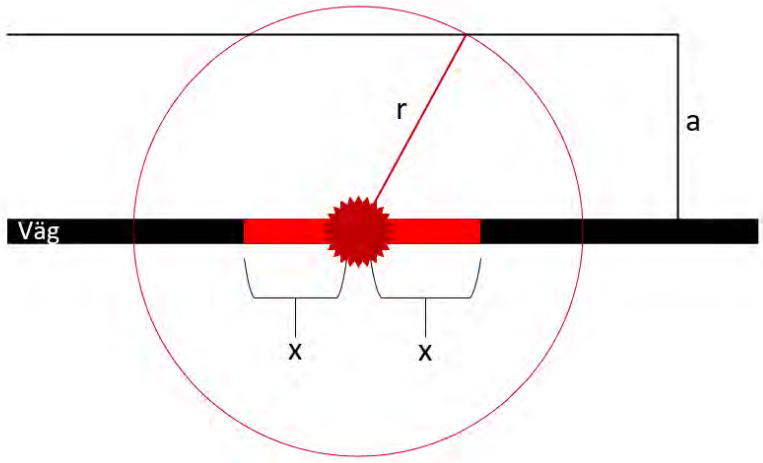
Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10-15 meter i de båda klasserna.

BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk har genomförts.

Individrisk

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längs en sträcka om 1 kilometer som i de flesta fall är längre än olycksscenariernas konsekvensavstånd. Frekvensen för respektive olyckscenario måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur E-13 och Ekvation 1.



Figur E-13. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - a^2}}{L} \qquad \text{Ekvation 1}$$

Variabel	*Förklaring*
$IR_{x,y,i}$	Individrisk för olycksscenario.
f_i	Frekvens för olycksscenario (justerad för spridningsvinkel).
L	Längden på vägsträckan (vanligtvis 1 000 meter).
r	Konsekvensavstånd.
a	Avståndet från utsläppskällan.
$x(\sqrt{r^2 - a^2})$	Del av vägsträcka som olyckan sker på och påverkar individen på visst avstånd från transportled.

Samhällsrisk

I detta avsnitt återges indata för beräkning av samhällsrisknivån. Vid beräkningar av samhällsrisknivåer har en vägsträcka om 1 kilometer förbi planområdet studerats [15].

Persontätheterna längs den 1 kilometer långa sträckningen ansätts i zoner enligt Figur C-1 nedan.



Figur C-1. Zonindelning längs den 1 kilmoteter långa sträckningen förbi planområdet.

Beskrivning av den planerade bebyggelsen och bebyggelse i angränsade områden återges i områdesbeskrivningen i denna handling. I Tabell C-1 nedan sammanställs de persontätheter som ansätts i respektive zon.

Tabell C-1. Persontätheter i respektive zon längs Älvsborgsbanan.

	Norrut	*Söderut*
Zon 1	**0-15 meter**	**0-15 meter**
Karaktär	Vänersborg centralstation, ytparkering (ej stadigvarande vistelse)	Ytparkering (ej stadigvarande vistelse), vattendrag
Persontäthet	700 pers./km^2	200 pers./km^2
Zon 2	**15–80 meter**	**15-80 meter**
Karaktär	Blandad bebyggelse, ytparkering, verksamheter, flerbostadshus	Enstaka flerbostadshus, småhus, vattendrag, ytparkering, kyrkogård, planområdet
Persontäthet	4000 pers./km^2	1000 pers./km^2
Zon 3	**Bortom 80 meter**	**Bortom 80 meter**
Karaktär	Blandad bebyggelse, verksamheter	Blandad bebyggelse, sjukhus, ytparkering, vattendrag
Persontäthet	8000 pers./km^2	2000 pers./km^2

Persontäthet har uppskattats genom typbebyggelsens utformning och en jämförelse med Sveriges Kommuner och Regioners publikation för täthetsmått för kollektivtrafiken [7]. I denna publikation uppges att en typbebyggelse i mellanstora svenska städer med villor och flerfamiljshus har en täthet av ca 20–40 boende per hektar (2000–4000 boende/km^2). I typbebyggelse som är tätare med högre hus antas en befolkningstäthet på ca 80–100 boende per hektar (8000–10 000 boende/km^2). Persontätheten har generellt skattats konservativt och bör vara aktuell även vid förändrad markanvändning i närområdet.

Zon 1 norr och söder om Älvsborgsbanan förväntas ingen stadigvarande vistelse. Zonen innefattar Vänersborg centralstation, ytparkering, obebyggda områden samt vattendrag.

Zon 2 norr utgörs av blandad bebyggelse med ytparkering, verksamheter, flerbostadshus samt Vänersborgs centralstation.

Zon 2 söder utgörs av blandad bebyggelse med småhus, en kyrkogård, ytparkering, enstaka flerbostadshus samt aktuellt planområde. En del av Zon 2 utgörs även av vattendraget Vassbotten.

Zon 3 norr utgörs främst av flerbostadsbyggnader och verksamheter.

Zon 3 söder utgörs av småhusbebyggelse, ytparkering, sjukhusverksamhet samt av vattendraget Vassbotten.

Viktning av persontäthet

Personer som bor och/eller arbetar inom ett område befinner sig inte konstant inom detta område. Detta har beaktats i den kvantitativa bedömningen. Av boende antas 100 % av personer befinna sig i området mellan kl. 17-07 och 20 % mellan kl. 07-17. Detta medför en genomsnittlig närvaro om 67 % över tid. I kontor, gymnasieskola och förskolor antas att 100 % av personerna är närvarande mellan kl. 8-17 under vardagar och att lokalerna är tomma resterande delar av dygnet och under helger. Det medför en genomsnittlig närvaro om cirka 27 % över tid.

PERSONER INOMHUS RESPEKTIVE UTOMHUS

Personer som befinner sig i den studerande kvadratkilometern är antingen helt oskyddade mot olyckor som kan ske på de studerade riskkällorna eller skyddade i olika utsträckning. Detta beror på huruvida personerna som riskerar att påverkas är fritt exponerade för potentiella konsekvenser som kan inträffa eller ifall det finns någon form av barriär mellan olycksplatsen och personerna. Beroende på vilken olycka som inträffar kan konsekvenser variera kraftigt [25]. På grund av detta varierar även effekten av barriärer beroende på vilken typ av olycka som inträffar.

En typ av barriär som kan skydda personer i det studerade området är fysiska barriärer. För en person som är utomhus kan t.ex. en byggnad utgöra en fysisk barriär som reducerar konsekvensens påverkan. En byggnad kan också fungera som en fysisk barriär för personer som befinner sig inuti byggnaden [25].

I händelse av en olycka kommer en viss andel av personerna i konsekvensområdet att befinna sig inomhus, medan andra befinner sig utomhus. Av personerna som befinner sig utomhus är en andel delvis skyddade av fysiska barriärer som beskrivits ovan, medan andra är fritt exponerade. I denna riskbedömning har hänsyn tagits till den skyddande effekt som uppkommer av att personer som befinner sig inomhus när det gäller brandfarliga och giftiga gaser (ämnesklass 2.1 och 2.3) för det undersökta området.

I beräkningarna förutsätts att olyckor som härrör från gaser påverkar personer som befinner sig inomhus med 10 % av den konsekvens som påverkar personer som befinner sig fritt exponerade utomhus [25]. Om friskluftsintag placeras högt eller på skyddat läge från riskkällorna ökar den riskreducerande effekten av att befinna sig inomhus [26]. I beräkningarna har ingen annan hänsyn tagits till att personer befinner sig inomhus och samtliga inom det studerade området antas således befinna sig utomhus, fritt exponerade för olyckor inom övriga ämnesklasser.