



Vänersborgs kommun

TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING

RISKBEDÖMNING

Datum: 2020-06-03

Reviderad:

Uppdragsansvarig: Adam Lindström

Åsboholmsgatan 6
504 51 Borås

Kungsgatan 48^B
411 15 Göteborg

Kungsgatan 20
302 45 Halmstad

Västerlånggatan 27
111 29 Stockholm

Göteborgsvägen 9
451 42 Uddevalla

Telefon vxl: 010-703 70 00

www.prevecon.se

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 2 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Projektinformation

Uppdragsnummer:	20200201
Fastighet:	Trestad Center Västra
Kommun:	Vänersborg
Uppdragsgivare:	Vänersborgs kommun Sundsgatan 29 462 85 Vänersborg
Uppdragsgivarens ref:	Annette Klang

Organisation - Prevecon Brand & Riskkonsult AB

Uppdragsansvarig/ Handläggare: Adam Lindström, Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 32
Internkontroll: Dan Sylvén Cornelius, Civilingenjör/brandingenjör Telefon: 010-703 70 16

Dokumenthistorik

0	2020-06-03		AL	DSC
Version	Datum	Anmärkning	Handläggare	Internkontroll

SAMMANFATTNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har av Vänersborgs kommun fått i uppdrag att utföra en riskbedömning avseende detaljplaneutredning för nytt industriområde vid Trestad Center Västra, Vänersborg kommun.

Det aktuella planområdet anses av kommunen vara strategiskt att exploatera med tanke på dess närhet till befintligt verksamhetsområde, Vänersborgs tätort och områdets närhet till det större vägnätet.

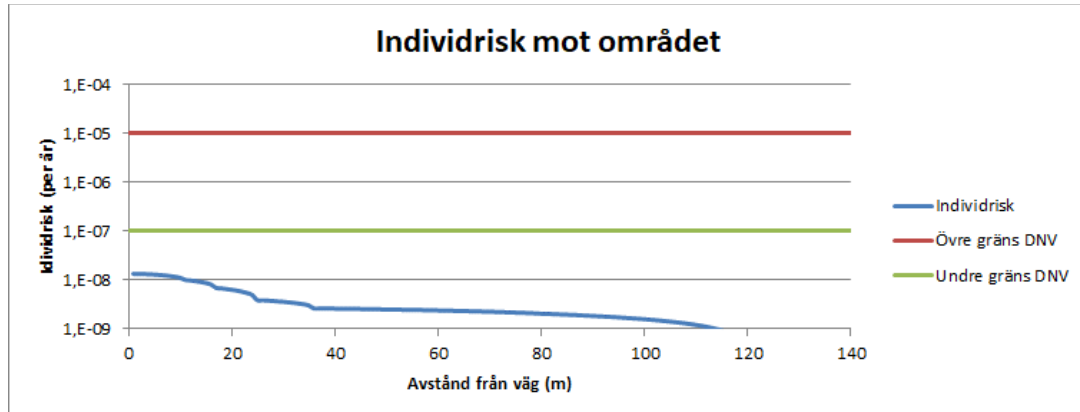
Planområdet, del av fastigheterna Åspered 3:2 och Halebacken 2:1, ligger i anslutning till befintligt industri- och verksamhetsområde i Trestad Center i södra delen av Vänersborgs kommun. Planområdets areal är ca 20 ha. Området består av skogsmark och är idag obebyggt bortsett från kraftledning som är dragna över området.

Avstånd från planområdet till väg E45 och väg 44 uppgår som minst till ca 550 meter respektive ca 100 meter. Båda vägarna utgör rekommenderad väg för transport med farligt gods. Endast i enstaka fall, med stort antal transporter med farlig gods, krävs åtgärder efter 100 meter från transportleden. Sådana åtgärder syftar då främst till att begränsa spridning av giftig gas (t.ex. att friskluftsintag vänds bort från transportleden och att ventilation förses med nödstopp). Dessutom förekommer befintlig bebyggelse mellan planområdet och väg 44. Bebyggelsen utgör en skyddsbarriär mot planområdet. Risker förknippade med väg 44 har därför ej studerats vidare enligt tillhandahållen uppdragsbeskrivning.

Planområdet ligger i norr inom 150 meter från Älvsborgsbanan. Älvsborgsbanan trafikeras främst av regionala persontåg men även av godståg. I de norra delarna ligger även de angränsande bostadsfastigheterna.

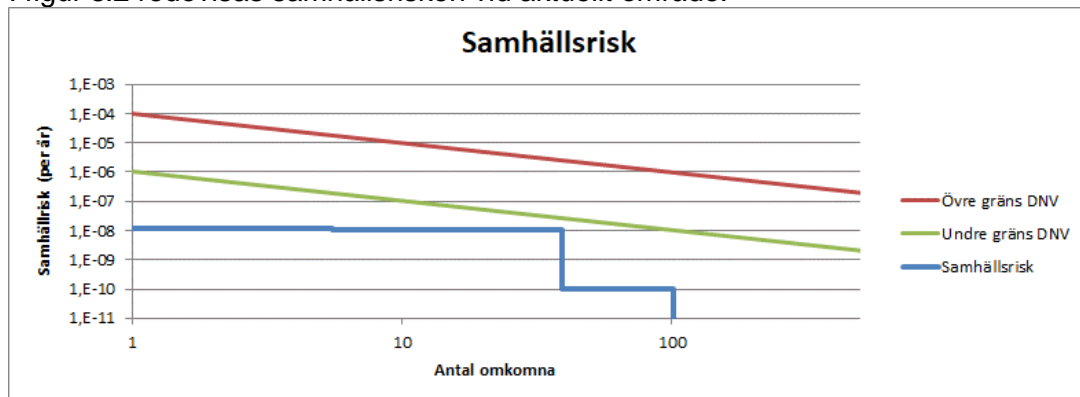
Riskbedömningen har utförts för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods på järnväg i enlighet med den uppdragsbeskrivning som beställaren har tillhandahållit. Prevecon har erhållit statistik från Trafikverket om farligt godstransporter. Statistiken är konfidentiell och kan därför ej återges i denna riskanalys. Statistiken återger antalet tåg med farligt gods, antalet godsvagnar med farligt gods samt fördelning av vilka ämnen som transporteras (RID-S klasser).

Individeriskbidrag från Älvsborgsbanan har beräknats som en funktion av avståndet från Älvsborgsbanan mot området, se figur s.1.



Figur s.1. Individrisk mot aktuellt område.

I figur s.2 redovisas samhällsriskerna vid aktuellt område.



Figur s.2. Samhällsrisk vid aktuellt område.

Eftersom befolkningstätheten är låg och få transporter av farligt gods sker på järnvägen hamnar samhällsriskerna och individrisken således ej inom ALARP-området. Det innebär att risknivån med hänsyn till Älvsborgsbanan bedöms vara acceptabel utan vidare åtgärder.

Med hänsyn till den låga individrisken och samhällsriskerna (under det undre acceptanskriteriet) bedömer Prevecon att det nya industriområdet kan uppföras utan riskreducerande åtgärder med hänsyn till farligt gods transporter på Älvsborgsbanan. Dock ska skyddsavstånd vara minst 30 meter mellan järnväg och bebyggelse för att ta hänsyn till Länsstyrelsernas riktlinjer.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 5 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Befolkningstätheten i denna rapport är antagen motsvara befolkningstätheten i Vänersborgs tätort, vilket är ett mycket konservativt värde. I känslighetsanalysen har detta konservativa värde även ansatts i området på andra sidan av järnvägen. Först då hamnar samhällsriskerna inom ALARP-området (om än endast marginellt). Riskreducerande åtgärder (utöver skyddsavstånd) behöver därför endast genomföras om/när området på andra sidan av järnvägen bebyggs. Prevecon föreslår dock att ny bebyggelse inom 35 meter från järnvägen utförs med yttervägg (inklusive dörrar och fönster) i klass EI 30 och med obrännbar fasad, samt att utrymning inom 35 meter ska vara möjligt bort från järnvägen.

Angående skyddsavstånd från befintliga verksamheter mot aktuellt område, samt skyddsavstånd från verksamheter inom aktuellt område mot befintliga bostadsfastigheter anges generella avstånd i kapitel 6. Skyddsavstånd på 30 meter från verksamheter inom aktuellt område mot befintliga bostadsfastigheter anses tillräcklig. Om det förekommer verksamheter som bedriver storskalig hantering, eller speciell hantering, av t.ex. brandfarlig vätska och gas så behövs dock en mer detaljerad utredning.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 6 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning.....	8
1.1 Uppdragsbeskrivning	8
1.2 Syfte.....	8
1.3 Bakgrund till uppdraget	8
1.4 Underlag	10
1.5 Avgränsningar	10
1.6 Målgrupp	10
1.7 Begrepp och definitioner	10
2 Lagar och Riktlinjer	12
2.1 Skyddsavstånd transportled för farligt gods	12
2.2 Övriga lagar och riktlinjer.....	16
2.3 Jämförelse med studerat område	16
3 Transport av farligt gods.....	17
3.1 Allmänt om konsekvenser till följd av vådautsläpp	17
3.1.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	18
3.1.2 Klass 2 – Gaser.....	18
3.1.3 Klass 3 – Brandfarliga vätskor.....	19
3.1.4 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	19
4 Arbetsmetod	20
4.1 Övergripande om metod för riskhanteringsprocessen	20
4.2 Arbetsmetod för denna analys.....	21
4.3 Val av acceptanskriterier	22
5 Förutsättningar	25
5.1 Områdesbeskrivning	25
5.2 Trafikinformation järnväg.....	25
5.3 Väderförhållanden.....	26
5.4 Befolkningstäthet.....	26
6 Övergripande skyddsavstånd från verksamheter	28
6.1 Skyddsavstånd från lösa behållare och cistern för brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler 28	
6.2 Skyddsavstånd från cistern och lösa behållare för brandfarlig vätska	30
6.3 Skyddsavstånd på och från bensinstationer	31
7 Riskidentifiering.....	34
7.1 Farligt godsolycka	34
7.2 Dimensionerande olyckshändelser	34
8 Bedömning av sannolikheter och frekvenser	38

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 7 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

8.1	Farligt godsolycka Järnvägen	38
9	Konsekvensberäkningar	39
10	Riskmått	42
10.1	Individrisk	42
10.2	Samhällsrisk	42
11	Känslighetsanalys	44
12	Värdering av osäkerheter	46
13	Slutsatser	48
14	Referenser	49
	Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar	50
	Bilaga B – Konsekvensberäkningar	55
	Bilaga C – Beräkning av individrisk	61
	Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk	62

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAGSBESKRIVNING

Prevecon Brand & Riskkonsult AB (Prevecon) har av Vänersborgs kommun fått i uppdrag att utföra en riskbedömning avseende detaljplaneutredning för nytt industriområde vid Trestad Center Västra, Vänersborg kommun. Uppdraget har endast gått ut på att studera riskbidraget från Älvsborgsbanan, samt utreda ett generellt riskavstånd till angränsande bostadsfastigheter från industriområdet.

1.2 SYFTE

Riskbedömningen utförs för att redovisa och värdera risker avseende transport av farligt gods på järnväg som angränsas till planområdet. Planområdet ska bebyggas med industriverksamheter i anslutning till befintligt verksamhetsområde.

I riskbedömningen ges förslag på riskreducerande åtgärder om sådana krävs med hänsyn till den risknivå som föreligger längs med järnvägen. Planområdet angränsar även till två bostadsfastigheter, till vilka skyddsavstånd från industriområdet anges. Då det ännu ej är bestämt vilken typ av industri som uppförs inom planområdet anges endast generella skyddsavstånd till bostadsfastigheterna.

1.3 BAKGRUND TILL UPPDRAGET

Vänersborgs kommun har, enligt uppdragsbeskrivningen¹, få lediga verksamhetstomter. Det aktuella planområdet, se figur 1, är strategiskt att exploatera med tanke på dess närhet till befintligt verksamhetsområde, Vänersborgs tätort och områdets närhet till det större vägnätet.



Figur 1. Planområdet i förhållande till omgivning (Källa: Vänersborgs kommun¹)

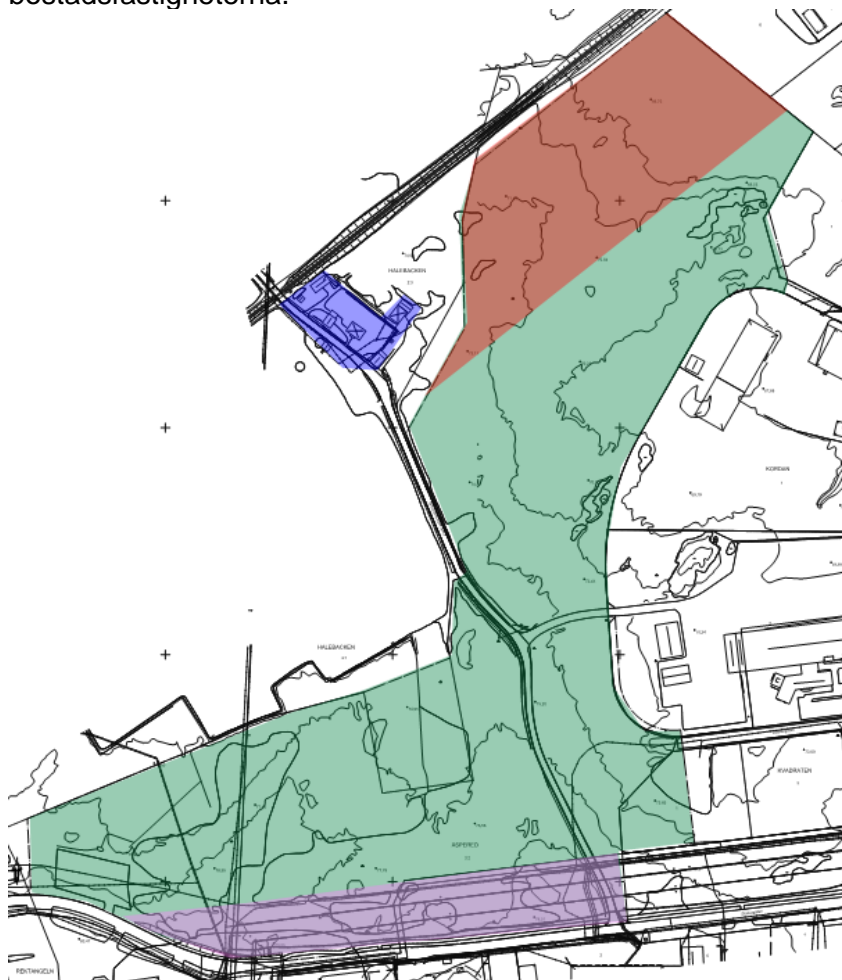
¹ Riskbedömning – Trestad Center Västra i Vänersborgs kommun, Uppdragsbeskrivning, daterad 2020-03-02.

Planområdet, del av fastigheterna Äspered 3:2 och Halebacken 2:1, ligger i anslutning till befintligt industri- och verksamhetsområde i Trestad Center i södra delen av Vänersborgs kommun. Planområdets areal är ca 20 ha. Området består av skogsmark och är idag obebyggt bortsett från kraftledningar som är dragna över området.

Avstånd från planområdet till väg E45 och väg 44 uppgår som minst till ca 550 meter respektive ca 100 meter. Båda vägarna utgör rekommenderad väg för transport med farligt gods.

Planområdet ligger i norr inom 150 meter från Älvsborgsbanan. Älvsborgsbanan trafikeras främst av regionala persontåg med även av godståg. I de norra delarna ligger även de angränsande bostadsfastigheterna.

I figur 2 visa schematiskt de olika delarna inom planområdet samt bostadsfastigheterna.



Figur 2. Planområdet utgörs av grön, röd och lila del. Röd del markerar 150 meter från Älvsborgsbanan, lila del 150 meter från väg 44 och blå del visar placering av befintliga bostadsfastigheter.

 Borås – Göteborg – Halmstad Stockholm – Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 10 / 62
	Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
		Handläggare Adam Lindström	
		Datum 2020-06-03	Revidering

1.4 UNDERLAG

Följande har varit underlag till denna handling:

- Riskbedömning – Trestad Center Västra i Vänersborgs kommun, Uppdragsbeskrivning, daterad 2020-03-02.
- Riskbedömning – Trestad Center Västra i Vänersborgs kommun, Förfrågningsunderlag, daterad 2020-03-02.
- Grundkarta med plangräns, granskningshandling, Vänersborgs kommun, daterad 2019-06-26.
- Mailkorrespondens med Helen Johansson Frank, Trafikverket, 2020-03-24.
- Mailkorrespondens med Andes Nilsson, Trafikverket, 2020-05-25

1.5 AVGRÄNSNINGAR

Uppdraget (definierat av beställaren) avser enbart att studera de risker som innefattar farligt godsolyckor genererade av järnvägssträckan (Älvsborgsbanan) förbi planområdet. Risker förknippande med farligt godsolyckor på närliggande vägar berörs ej av denna analys.

Hantering av farlig gods inom planområdet i förhållande till bostadsfastigheterna berörs endast översiktlig, eftersom det ännu ej är bestämt vilken typ av industri som uppförs inom planområdet.

Endast konsekvenser där människor omkommer hanteras i riskanalysen. Övriga risker som kan påverka personers hälsa, exempelvis buller, vibrationer etc. har exkluderats. Därtill omfattas ej olyckshändelser där långvarig exponering krävs för att ge upphov till negativa konsekvenser.

1.6 MÅLGRUPP

Målgruppen för denna rapport är företräddelsevis beställaren, Vänersborgs kommun. Rapporten är framtagen under förutsättning att läsaren besitter vissa grundkunskaper om riskbedömning.

1.7 BEGREPP OCH DEFINITIONER

I detta avsnitt beskrivs begrepp och definitioner. Begrepp som berör de olika arbetsmomenten i denna rapport, t.ex. riskanalys och riskbedömning, hanteras i kapitel 4.

Risk

Risk kan definieras som en sammanvägning av sannolikheten för att en händelse ska inträffa samt de negativa konsekvenser händelsen kan leda till [1].

Individrisk

Individrisk är ett riskmått där sannolikheten för att en viss individ omkommer under en tidsperiod, ofta ett år, beskrivs. Individrisk kan uttryckas som platspecifik risk eller individspecifik risk.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 11 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Platsspecifik risk innebär risken att omkomma för en hypotetisk person som antas befinna sig kontinuerligt på en specifik plats (i denna riskanalys antas personen befinna sig utomhus). Individspecifik risk tar hänsyn till att individen i fråga inte befinner sig på samma plats hela tiden [1]. I denna rapport är det den platsspecifika risken som beräknas.

Samhällsrisk

Samhällsrisk är ett riskmått som inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk, och är i hög grad beroende av persontätheten. Syftet med samhällsrisk är att beskriva hur riskbilden ser ut inom ett större område d.v.s. beskriva hur sannolikt det är med olyckor där konsekvensen blir att många omkommer [1]. Samhällsrisk anges i frekvens (antal händelser per år) och konsekvens (antal omkomna). Samhällsrisk kan uttryckas med hjälp av FN-diagram.

Acceptanskriterier

Acceptanskriterier används för att bedöma om risken är acceptabel eller ej. Det finns både kvalitativa och kvantitativa kriterier för både individrisk och samhällsrisk [1]. I riskbedömningar används dock allt som oftast kvantitativa kriterier för att kunna jämföra risknivåer och åtgärdsförslag.

Farligt godsolycka

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö eller egendom.

Med farligt godsolycka innebär att det skadliga ämnet har kommit ut till omgivning. En tankbil som har kört av vägen och vält är därmed ingen farligt godsolycka om inte det farliga godset har kommit ut till omgivningen.

Riskavstånd

Avstånd från riskkällan till område där människor ej bedöms påverkas av risken.

2 LAGAR OCH RIKTLINJER

Nedan beskrivs övergripande de lagar och riktlinjer som normalt tillämpas vid riskhantering vid farligt gods vid planärenden.

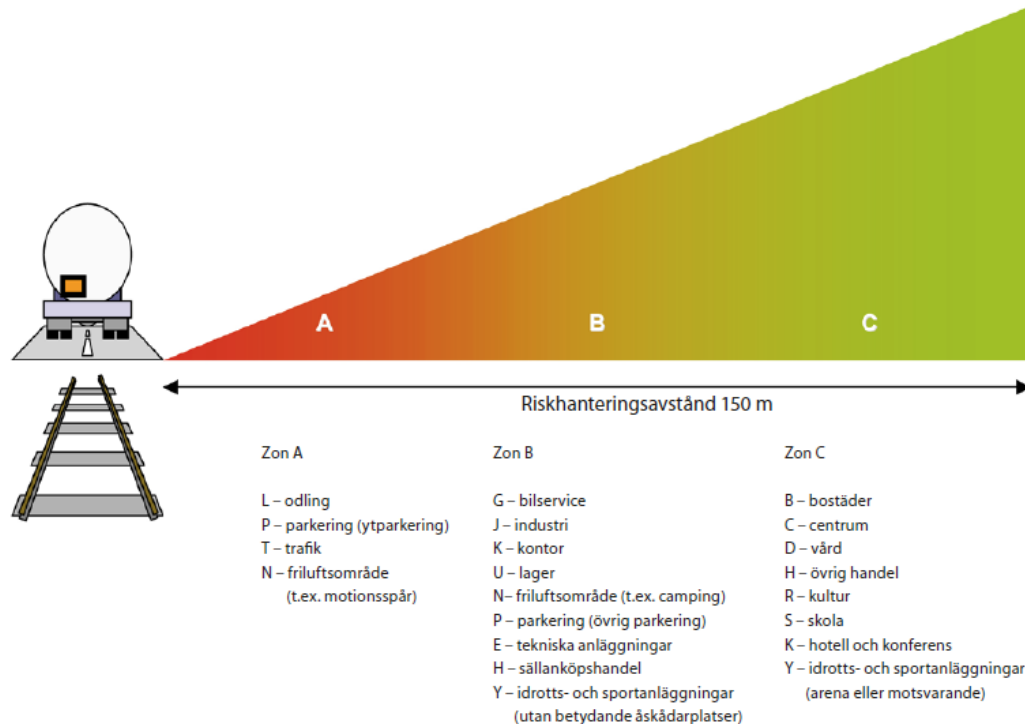
Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) med tillhörande förordning reglerar de krav som ställs vid planläggning av mark och vatten och om byggande. Plan- och bygglagen (PBL) ställer inga direkta krav på att en riskbedömning ska genomföras, dock ställs krav på att en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människor i dagens samhälle och för kommande generationer ska främjas, vilket i praktiken medför att en riskbedömning måste göras vid planläggning. Även miljöbalken (SFS 1998:808) berör en hållbar utveckling för människors hälsa.

2.1 SKYDDSAVSTÅND TRANSPORTLED FÖR FARLIGT GODS

Utöver lagar ger landets Länsstyrelser ut riktlinjer för att mer detaljerat beskriva hur och när riskanalyser och riskbedömningar bör genomföras. Vanligtvis används de rekommendationer som Länsstyrelserna i Stockholms län, Skåne län och Västra Götalands län har upprättat. Avsteg från rekommendationerna gällande skyddsavstånd kan allt som oftast göras med en utförlig riskanalys som grund. Det bör dock poängteras att Länsstyrelsen i Stockholms län har givit ut nya riktlinjer, se längre ner i detta avsnitt, där länsstyrelsen ger indikationer på vilka skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder som minst är nödvändiga oberoende av rådande risknivå utmed rekommenderade transportleder för farligt gods.

Riskpolicy i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län

Policyn grundar sig på plan- och bygglagen (SFS 2010:900) samt miljöbalken (SFS 1998:808) och berör hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas för detaljplaner i närheten av transportleder för farligt gods. Inom 150 meters avstånd från transportleder för farligt gods bör riskhanteringsprocessen beaktas [2]. Därtill har Länsstyrelserna tagit fram förslag på markanvändning inom detta avstånd, se figur 3.



Figur 3. Zonindelning enligt Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands läns [2].

Västra Götalands län

Göteborgs stad har tagit fram en översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn transporter av farligt gods [3]. Översiktsplanen har i praktiken kommit att bli vägledande rekommendationer för Västra Götalands län. Rekommenderade skyddsavstånd ges i tabell 1.

Tabell 1. Rekommenderade skyddsavstånd från järnväg enligt Göteborgs stad.

Riskälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Järnvägar	Byggnadsfritt	0-30 m
	Tät kontorsbebyggelse	30 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	80 m

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 14 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Skåne län

Skåne län har tagit fram tre olika vägledningarna som utgör riktlinjer för riskhantering inom aktuellt område. Två av vägledningarna baseras på kvantitativa riskanalyser medan en av vägledningarna i mångt och mycket följer de skyddsavstånd som rekommenderas i riktlinjen [4]. Skyddsavstånden återges i tabell 2.

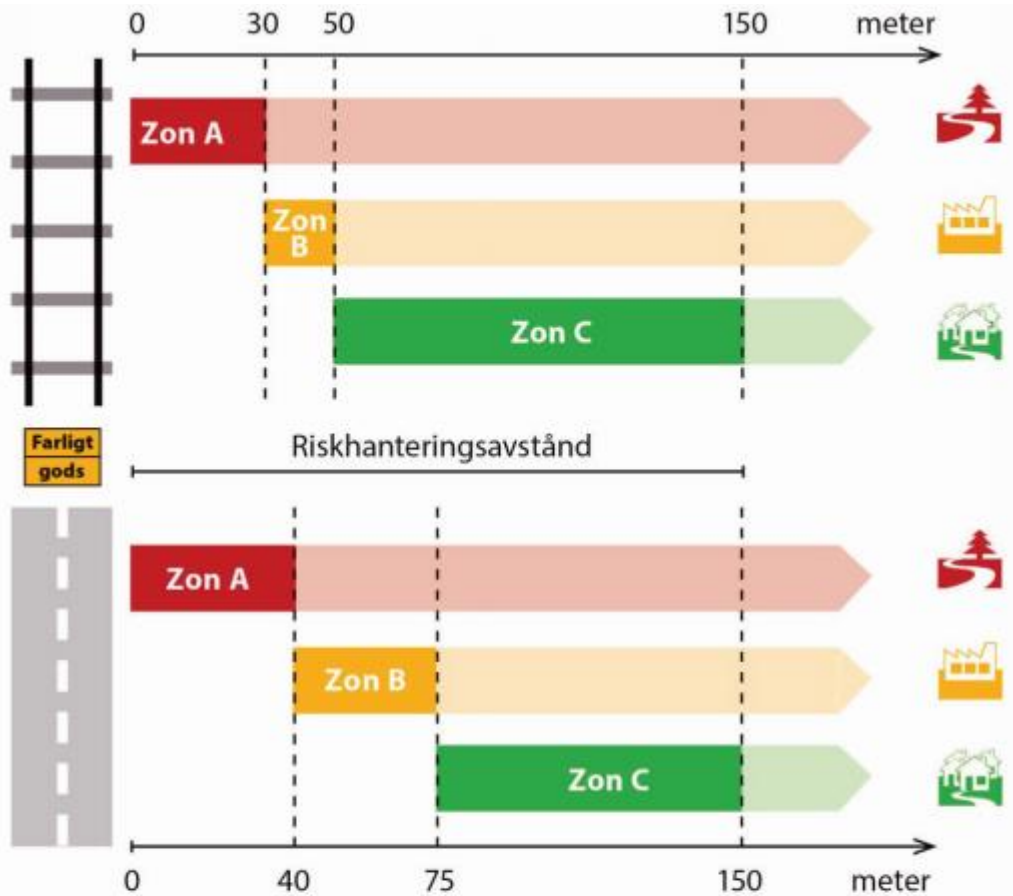
Tabell 2. Rekommenderade skyddsavstånd enligt Skåne län.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Transport av farligt gods	Byggnadsfritt	0-30 m
	Industri, lager samt bilservice	30 m
	Bostäder (småhusbebyggelse), centrum, kontor (dock ej hotell) samt idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats).	70 m
	Vård, skola, bostäder (tät flerbostadsbebyggelse) samt kontor (inklusive hotell och konferens).	150 m

Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholm län har gett ut riktlinjer för riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer [5]. Riktlinjerna anger rekommenderade skyddsavstånd mellan riskkällor och olika typer av bebyggelse. Skyddsavstånden skiljer sig endast marginellt från de riktlinjer som Skåne län [4] och Västra Götalands län [3] har gett ut.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [6]. Riktlinjerna tydliggör hur Länsstyrelsen i Stockholms län bedömer risker vid granskning av detalj- och översiktsplaner och är en uppdatering gällande skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder. Rekommenderad markanvändning och skyddsavstånd återges i figur 4.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

Figur 4. Rekommenderad markanvändning och skyddsavstånden enligt Länsstyrelsen i Stockholms län [6].

Länsstyrelsen anser att skyddsavstånd är att föredra framför andra riskreducerande åtgärder och vid korta avstånd läggs större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten att en sådan olycka inträffar. Rekommendationen för drivmedelsförsörjning i zon A gäller inte för järnväg utan endast för vägar.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 16 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Intill järnväg anger Länsstyrelsen att ett skyddsavstånd på minst 25 meter, mätt från närmaste spårmitt, ska upprätthållas. Inom 30 meter ska följande åtgärder säkerställas för markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S), kontor (K), drivmedelsförsörjning (G) industri (J) och verksamheter (Z):

- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI 30.
- friskluftsintag ska riktas bort från järnvägen.
- det ska vara möjligt att utrymma bort från järnvägen på ett säkert sätt.

Länsstyrelsen anger dessutom att riskutredningar ska utreda eventuellt behov av riskreducerande åtgärder utöver de krav som länsstyrelsen anger.

2.2 ÖVRIGA LAGAR OCH RIKTLINJER

Förutom ovanstående lagar, riktlinjer och rekommendationer förekommer ett antal lagar och föreskrifter som kan vara relevanta för markanvändning och planärenden med hänsyn till människors säkerhet och hälsa. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ger till exempel ut föreskrifter angående hantering och förvaring av brandfarliga varor.

2.3 JÄMFÖRELSE MED STUDERAT OMRÅDE

Då avståndet som minst uppgår till ca 15 meter mellan Älvsborgsbanan och planområdet, krävs att risknivån utreds mer i detalj enligt de rekommendationer som Länsstyrelserna i Stockholms län, Skåne län och Västra Götalands län har upprättat.

Avståndet till väg 44 understiger 150 meter vilket enligt Västra Götaland län, Skåne län och Stockholm län föranleder att en riskanalys bör genomföras. I aktuellt fall är avståndet drygt 100 meter till väg 44. Endast i enstaka fall, med stort antal transporter med farlig gods, krävs åtgärder efter 100 meter från transportleden. Sådana åtgärder syftar då främst till att begränsa spridning av giftig gas (t.ex. att friskluftsintag vänds bort från transportleden och att ventilation förses med nödstopp). Dessutom förekommer befintlig bebyggelse mellan planområdet och väg 44. Bebyggelsen utgör en skyddsbarriär mot planområdet. Risker förknippade med väg 44 studeras därför ej vidare enligt tillhandahållen uppdragsbeskrivning.

3 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Farligt gods delas in i nio olika klasser beroende på vilka egenskaper ämnet har. De olika klasserna och exempel på ämnen redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Indelning av farligt gods i olika klasser.

Klass	Ämne	Exempel
1	Explosiva ämnen och föremål.	Sprängämnen, tändmedel, ammunition.
2	Brännbara gaser och giftiga gaser.	Gasol, vätgas, klor, ammoniak.
3	Brandfarliga vätskor.	Bensin, dieselolja, eldningsolja.
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, fasta okänsliggjorda explosiva ämnen, självantändande ämnen och Ämnen som utvecklar brandfarliga gaser vid kontakt med vatten.	Metallpulver, karbid, fosfor.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider.	Natriumklorat, väteperoxid.
6	Giftiga ämnen och smittförande ämnen.	Arsenik, bly, kvicksilver, cyanid.
7	Radioaktiva ämnen.	
8	Frätande ämnen.	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid.
9	Övriga farliga ämnen och föremål.	Asbest, gödningsämnen.

3.1 ALLMÄNT OM KONSEKVENSER TILL FÖLJD AV VÅDAUTSLÄPP

Vid en farligt godsolycka är det främst ämnen i klass 1, 2 och 3 som kan medföra negativa konsekvenser för människor i det aktuella området. Brandfarliga fasta ämnen (klass 4) liksom frätande ämnen (klass 8) kan medföra negativa konsekvenser på människor, men då endast i omedelbar närhet till utsläppet eller i direkt kontakt med ämnet. För giftiga ämnen (klass 6) uppstår risk för skada endast om man får direktkontakt med ämnet eller får det i sig. Vådautsläpp av oxiderande ämnen samt organiska peroxider (klass 5) medför normalt sett inte allvarliga konsekvenser för människor men kan om de blandas med t.ex. fordonets drivmedel leda till liknande konsekvenser som för klass 1.

Radioaktiva ämnen (klass 7) behandlas normalt sett inte i riskanalyser eftersom akut skada vanligtvis inte uppkommer. Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9) är en mycket bred grupp av ämnen där konsekvenserna beror av situation och ämne.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 18 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Enligt ovanstående resonemang redovisas nedan vilka konsekvenser för människor som olyckor med farligt gods i klass 1, 2, 3 och 5 kan leda till.

3.1.1 KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

För explosiva varor är det främst undergruppen 1.1, massexplosiva varor, som kan orsaka skador på människor. En olycka med 15-25 ton massexplosiva ämnen kan orsaka så höga tryck att byggnader skadas/raseras på flera hundra meters avstånd. Människor tål höga tryck bättre än byggnader, dock kan en raserad byggnad i sin tur orsaka skador på människor. Cirka 60 meter från olycksplatsen kan människor dö som en direkt följd av tryckökningen.

Massexplosiva varor transporteras i relativt liten omfattning och då ofta som styckegods, vilket innebär endast små mängder i taget. På grund av de små transportvolymerna och relativt få transporter är riskbidraget från explosiva varor litet.

3.1.2 KLASS 2 – GASER

För att transportera och förvara gas med så liten volym som möjligt kan gasen trycksättas så att den övergår i vätskefas. En behållare fylls till cirka 80 % vilket innebär att behållaren till viss del även innehåller gasformigt ämne. Transporter med trycksatta gaser transporteras i tjockväggiga tankar. Om behållaren skadas så att den går sönder och ämnet börjar läcka ut, blir konsekvenserna betydligt värre om ämnet kommer ut i vätskefasen än i gasfasen. Konsekvenserna skiljer sig även åt om det är en brännbar eller giftig gas.

Brännbara gaser

Brandfarliga gaser är till exempel gasol, acetylen, vätgas och metan. Det ämne som representerar brännbar gas i denna riskanalys är gasol. Dels för att gasoltransporter är relativt vanliga, dels för att konsekvenserna vid ett gasolutsläpp kan bli mycket allvarliga. Vid läckage av gasol kan följande händelser inträffa:

- Jetflamma uppstår om gasen antänds direkt. Flamman ger upphov till värmestrålning som kan skada människor. Är utsläppet gasformigt blir skadorna begränsade till den närmsta omgivningen. Sker utsläppet i vätskefasen blir flammen betydligt större och ett större område påverkas av värmestrålningen. I analysen antas läckaget uppstå nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas.
- Om utsläppet inte antänds direkt kan gasolen bilda ett brännbart gasmoln som kan antändas i ett senare skede. Gasmolnets storlek beror på läckagestorlek och vindhastigheten samt om utsläppet sker i gasfas, nära vätskeytan eller i vätskefas. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan i tanken, vilket innebär att utsläppet både innehåller vätska och gas. I analysen antas att utsläppet sker nära vätskeytan.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 19 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). En BLEVE kan uppstå om en behållare med gasol utsätts för brand. Trycket inne i behållaren blir högt på grund av värmen och till slut sprängs behållaren och gasolen bildar ett aerosolmoln (gasmoln som även innehåller vätska) i den omgivande luften. Om detta aerosolmoln antänds sker en snabb och kraftig förbränning som kan få mycket allvarliga konsekvenser. En BLEVE drabbar främst dem som vistas utomhus och inte hinner eller tänker på att fly undan. Från det att en farligt godsolycka sker till dess att en BLEVE kan uppstå dröjer ofta så länge att berörda områden hinner evakueras. Risker för att en BLEVE ska inträffa är mycket liten, och gäller främst transporter på järnväg då flera behållare transporteras på samma gång.
- Om det inte förekommer några tändkällor eller om gasen i gasmolnet inte ligger inom brännbarhetsområdet, kan ett gasmoln uppstå utan antändning. Detta scenario antas inte medföra några konsekvenser för människor.

Giftiga gaser

Det kan vara svårt att i förväg uppskatta hur omfattande konsekvenser ett utsläpp med giftig gas kan få då gasens utbredning styrs av många omgivande faktorer, exempelvis väder, vind och topografi. Klor är en av de mest giftiga gaserna, och då klor är en tung gas sprids den längs marken, vilket särskilt drabbar människor som befinner sig utomhus. Ett klorutsläpp kan orsaka dödsfall flera hundra meter från utsläppskällan. Personer som vistas inomhus klarar sig i regel förutsatt att fönster och ventilation är stängda.

Ammoniak och svaveldioxid är två andra giftiga gaser. Ammoniak är det ämne som är dimensionerande för giftig gas i denna analys. Anledningen till att inte klor, som är en betydligt giftigare gas, är dimensionerande beror av flera anledningar. Användningen av klor förväntas minska då klor dels är mycket giftigt för människor, dels mycket skadligt för miljön. Ammoniak ersätter klor i allt fler processer.

3.1.3 KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

Vid ett utsläpp av en brandfarlig vätska bildas det en pöl som kan antändas. Värmestrålningen från pölbranden kan orsaka konsekvenser på människor som befinner sig i närhet av branden. Värmestrålningen beror på pölens area. För att förebygga personskador till följd av pölbrand bör hinder finnas som hindrar pölen att breda ut sig och rinna i riktning mot bebyggelse. Bensin som är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja representerar de brandfarliga vätskorna i denna riskanalys.

3.1.4 KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

Ett utsläpp av oxiderande ämnen leder normalt ej till risk för personskador. För flertalet ämnen (undantaget vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid) ger dock ett utsläpp som blandas med brännbara ämnen och antänds mycket kraftiga explosioner.

4 ARBETSMETOD

Mot den uppdragsbeskrivning som redovisas i kapitel 1 ges i detta kapitel övergripande information om riskhanteringsprocessen som följs av arbetsmetoden för denna rapport. Arbetsmetoden tas även fram utifrån de lagar och riktlinjer som anges i kapitel 2.

4.1 ÖVERGRIPANDE OM METOD FÖR RISKHANTERINGSPROCESSEN

Riskhantering är en kontinuerlig process där återkoppling sker mellan processens ingående delar. Från det att risker identifieras ska beslut om eventuella riskreducerande åtgärder fattas. Processen är i mångt och mycket ett iterativt tillvägagångssätt för att rimliga åtgärder ska vidtas. Processen delas in i tre delar enligt figur 5.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen tre delar [2].

Den första delen består av en **riskanalys** där analysens omfattning och syfte beskrivs. Utifrån det kan en riskinventering göras där risker för det aktuella området identifieras. När risker har identifierats beräknas risken genom att sannolikhet/frekvens och konsekvens sammanvägs. Därefter tar del två vid. **Riskvärdering** innebär att den beräknade risken i riskanalysen jämförs med acceptanskriterier för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Om risken ej är acceptabel tas förslag på riskreducerande åtgärder fram. Tillsammans utgör riskanalys och riskvärdering en **riskbedömning** som utgör beslutsunderlag till den tredje delen av riskhanteringsprocessen; **riskreduktion/kontroll**. Denna del omfattar beslutsfattande, genomförande av eventuella åtgärder samt kontroll och återkoppling gentemot riskanalysens syfte [2].

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 21 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

4.2 ARBETSMETOD FÖR DENNA ANALYS

Utifrån det som beskrivits i kapitel 4.1 består denna riskbedömning av följande arbetsmoment:

Förutsättningar

För att utföra en kvantitativ riskanalys krävs följande information:

- Områdesorientering, exempelvis topografi, byggnader, natur, geografisk placering, etc.
- Inventering av antalet tågtransporter samt transporterade mängder farligt gods. Om inventering ej ger tillräckligt underlag kompletteras transportstatistiken med riskvärdering.
- Information om mottagare/avsändare av farligt gods. Detta kan innebära att fördelningen av transporterade ämnen skiljer sig från den nationella statistiken över transportmängder på olika vägsträckor.
- Statistik över väderdata, exempelvis vindriktningar, vindhastigheter och temperaturer.
- Prognos för framtida trafikering på järnväg och transportmängder.

Riskidentifiering

En riskinventering genomförs där oönskade händelser som kan påverka personer i aktuellt område identifieras. Identifieringen mynnar ut i val av dimensionerande olycksscenarioer med hänsyn till de riskkällor som finns inom aktuellt område.

Bedömning av sannolikheter och frekvenser

Beräkning av sannolikheter och frekvenser för de dimensionerande olycksscenarioerna som medför negativ påverkan på personer i området. Olycksfrekvenser för vägtrafik är hämtas bland annat från rapporter utgivna av Väg- och transportforskningsinstitutet [7] sam Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) [8].

Bedömning av konsekvenser

För respektive dimensionerande olycksscenarioer utförs konsekvensberäkningar med handberäkningar samt med hjälp av datorprogrammen Gasol, utvecklat vid Lunds Universitet för Räddningsverket, och BfK – Beräkningsmodell för Kemikalieexponering, utvecklat vid försvarets forskningsinstitut. Konsekvensberäkningarna renderar i riskavstånd.

Riskberäkningar

Sannolikheter och frekvenser vägs samman med konsekvensberäkningarna och ger ett riskmått (t.ex. individrisk och samhällsrisk). I denna analys beräknas både individrisk och samhällsrisk.

Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen varierar indata för att ta reda på hur robust resultatet är i förhållande till förändrade förutsättningar, t.ex. kan mängden transporterat gods regleras för framtida ökning/minskning, vilket då leder till en annorlunda risknivå än då grundindatan används.

Riskvärdering

De framräknade riskmåten inom området jämförs mot kriterier för att översätta numeriska värden till värdebedömningar, de så kallade acceptanskriterierna, för att bedöma om risken inom området är acceptabel eller ej.

Riskreducerande åtgärder

För att minska riskens storlek kan riskreducerande åtgärder vidtas. Här ges vid behov förslag på åtgärder som bör vidtas för att öka säkerheten för de personer som befinner sig inom området.

Värdering av osäkerheter

Vid framtagandet av riskanalyser är det oundvikligt att all information inte är platsspecifik, att konsekvenser är svåra att uppskatta (skillnad mellan att skadas eller omkomma som exempel), d.v.s. antaganden måste göras. I detta avsnitt värderas därmed de osäkerheter som uppstår då antaganden görs samt begränsningar i beräkningar.

4.3 VAL AV ACCEPTANSKRITERIER

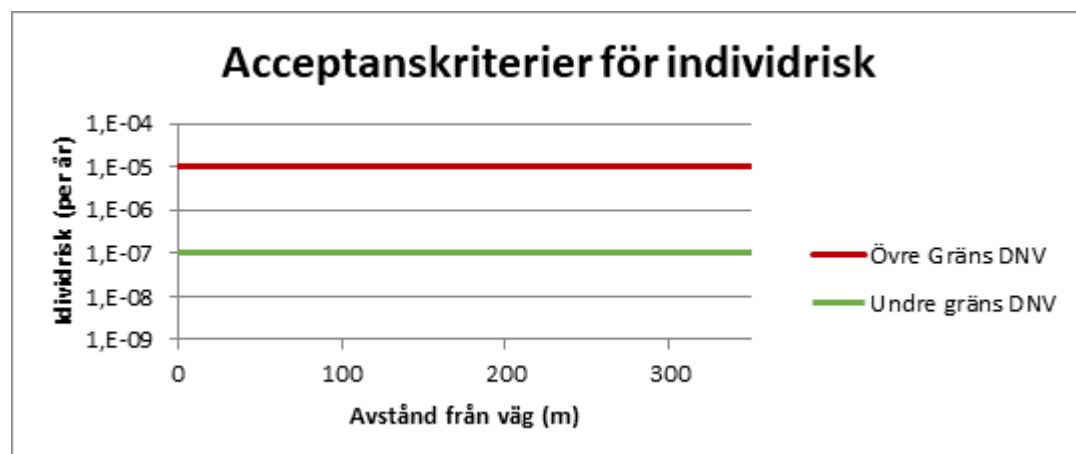
Acceptanskriterier används för att kontrollera om den beräknade risken är acceptabel eller ej. I Sverige finns det inga uttalande acceptanskriterier som bör tillämpas vid riskanalyser. Däremot finns det ett antal praxis. Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB) har tagit fram fyra övergripande principer för att bedöma risker [1]:

- Rimlighetsprincipen: Risken som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas.
- Proportionalitetsprincipen: De totala risker som en verksamhet medför bör vara proportionerliga med exempelvis de produkter och tjänster som verksamheten medför.
- Fördelningsprincipen: Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- Principen om undvikande av katastrofer: Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga resurser än i form av katastrofer.

I flera länder översätts acceptanskriterier till ett numeriskt värde; en övre nivå där riskerna ej kan anses vara acceptabla och en undre nivå där riskerna kan anses vara acceptabla. I Sverige finns inga fastställda numeriska värden men vanligen används de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [1]. För individrisken gäller följande för beräkning längs med en vägsträcka om 1 km:

- Risknivåer högre än 1×10^{-5} per år accepteras normalt ej.
- Risknivåer under 1×10^{-7} per år anses så låga att ytterligare riskreducerande åtgärder inte behöver värderas.
- Vid risknivåer mellan dessa gränser ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible).

I figur 6 visualiseras acceptanskriteriernas risknivåer för individrisk.



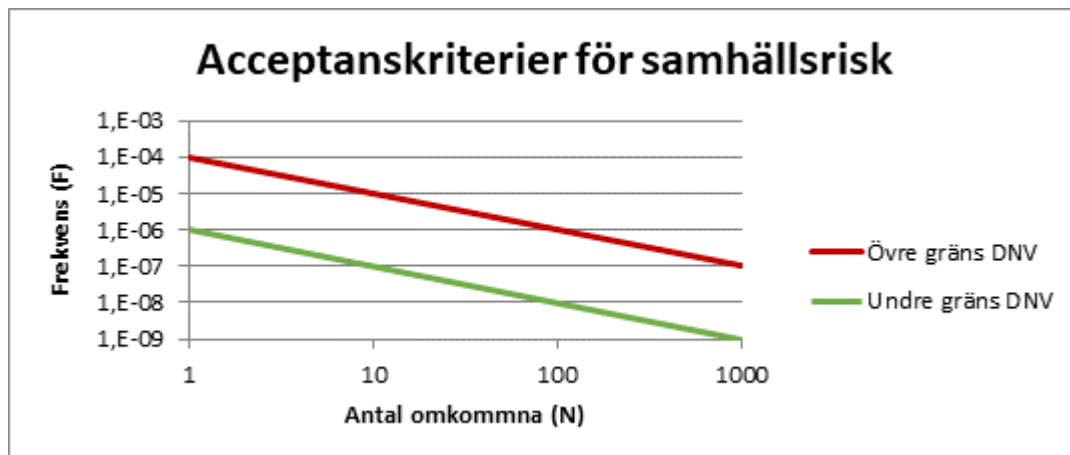
Figur 6. Visualisering av acceptanskriterier för individrisk.

Acceptanskriterierna i figur 5 kan tillämpas vid följande förutsättningar:

- Vid beräkning av risknivå antas att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.
- Kriterier tillämpas för allmänheten.
- Kriteriet avser summan av industriella risker som den mest exponerade individen är utsatt för.
- Vid tillämpning av kriteriet kan särskild hänsyn behöva tas till individers vistelsetid, förhållandet beträffande utrymning och eventuell ökad känslighet hos utsatta grupper. Dessa värderingar bör med tanke på osäkerheter göras från en konservativ utgångspunkt.

Acceptanskriterier finns även för samhällsrisk. Vanligen används, även för samhällsrisk, de kriterier som tagits fram av DNV (Det Norske Veritas) [1] och samhällsriskens presenteras i en FN-kurva, se figur 7.

- Övre gräns enligt DNV:
 $F=1 \times 10^{-4}$ per år för $N=1$. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1×10^{-4} per år, det vill säga ett dödsfall på 10000 år.
- Undre gräns enligt DNV:
 $F=1 \times 10^{-6}$ per år för $N=1$. Det innebär att frekvensen för att en person ska omkomma är 1×10^{-6} per år, det vill säga ett dödsfall på 1000000 år.
- Lutning på FN-kurvan ska vara -1.
- Vid risknivåer mellan övre och undre gränsen ska riskreducerande åtgärder värderas ur ett kostnads-/nyttaperspektiv. Rimliga åtgärder bör vidtas så att riskerna hålls så låga som praktiskt möjligt. Detta område kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practible).



Figur 7. Visualisering av acceptanskriterier för samhällsrisk.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 25 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

5 FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 OMRÅDESBESKRIVNING

I anslutning till området ligger Trestad center som bland annat inhyser följande verksamheter:

- Bensinstationer (både för allmänhet och specifika för verksamheter)
- Bil- och motorhandlare samt verkstäder
- Restauranger och caféer
- Lager och godsterninal
- Möbelaffärer
- Produktionsföretag (betong, pallar, kranar, etc.)

Planområdet kommer utformas med liknande verksamheter.

Riskenivån kommer att beräknas utmed en kilometer längs med Älvsborgsbana där planområdet placeras i mitten. Det innebär att 500 meter av järnvägen studeras i östlig/norrgående och västlig/södergående riktning förbi studerat området.

Inom den studerade kilometern av Älvsborgsbanan förekommer en plankorsning vid bostadsfastigheterna. Plankorsningen är oskyddad då endast ett fåtal människor/fordon passerar. Plankorsningen är dock försedd med låsta bommat som lantbrukare har nyckel till för att kunna ta sig mellan sina marker.

Älvsborgsbanan är elektrifierad och på den studerade kilometern förekommer inga växlar.

Största tillåtna hastigheten på den studerade kilometern är generellt 130 km/h men för fordon med korglutning (t.ex. X2000-tåg) är största tillåtna hastighet 140 km/h.

Slipermodell är av betong och räl 50 kg (BV 50), vilket motsvarar spårklass A i riskbedömningen.

5.2 TRAFIKINFORMATION JÄRNVÄG

Prevecon har erhållit statistik från Trafikverket om farligt godstransporter. I statistiken framgår det att godsvagnar och vagnar för farligt gods i över 96 procent av fallen har fyra hjulaxlar. Från och med november 2019 är dock övrig statistik angående farligt gods sekretessbelagd. Prevecons handläggare och interna kvalitetsgranskare har undertecknat ett förbehåll och på så sätt erhållit de uppgifter (antalet godsvagnar med farligt gods samt fördelning av vilka ämnen som transporteras) som behövs för att kunna göra de beräkningar som krävs för individrisk och samhällsrisk.

I denna rapport kommer grunddata därför ej att presenteras. Alla tabeller och beräkningar som kan användas för att härleda grunddata hanteras internt av Prevecon. Sådana tabeller och beräkningar är således uteslutna från denna rapport.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 26 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
RISKBEDÖMNING	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Om läsaren av denna rapport vill kontrollera underlaget hänvisar Prevecon därför till Trafikverket. Prevecon intygar att statistiken är använd, och anpassad, på ett korrekt sätt till beräkningar som denna rapport bygger på.

För att kunna ge förslag på rimliga åtgärder utifrån den beräknade risknivån kommer Prevecon diskutera vissa mängder av farligt gods. Detta görs då exempelvis med formulering som "Eftersom olycksscenarioer med brandfarlig vätska står för en stor/största del av risken föreslås åtgärder som motverkar värmestrålning från exempelvis pölbränder".

Det kan dock konstateras att antalet vagnar och tåg med farligt gods som passerar på aktuell sträcka är litet. Prevecon har erhållit statistik mellan åren 2014-2019. Under inget av dessa år framfördes fler än 100 godståg med farligt gods på aktuell sträcka, medan det totala antalet tåg (gods-, resande- och övriga tåg) varierar mellan 20 000 – 25 000 tåg.

5.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN

Vind och väderförhållanden har en stor betydelse framförallt vid spridning av gaser.

Enligt Helmersson [7] är det brukligt att vikta ihop vädertyperna neutral och stabil då de ger olika spridningsförhållanden och konsekvenser. Följande väderdata har antagits enligt Helmersson:

- Neutralt väder, vindhastighet 5 m/s 80 % av tiden.
- Stabilt väder, vindhastighet 2 m/s 20 % av tiden.

Enligt statistik från Statens meteorologiska institut (SMHI) var genomsnittlig vindhastighet 3,6 m/s vid Vänersborgs mätstation mellan åren 1939 och 1984 (senare mätvärden finns ej att tillgå) [9], vilket stämmer någorlunda överens med Helmerssons värden. Att vindhastigheterna överensstämmer får ses som en tillfällighet men påvisar att Helmerssons antagande är tillämpbara. Det ska dock observeras att vindhastigheten vid enstaka tillfällen kan överskrida ansatt vindhastighet. Att dimensionera riskreducerande åtgärder efter sådana omständigheter ger dock inte ett kostnadseffektivt tillvägagångssätt.

Från samma statistik från SMHI åskådliggörs även vindriktning mellan åren 1939 och 1984. I drygt 50 procent av fallen blåser det mot studerat område. Förenklat delas således vindriktning upp i två fall (mot och från studerat område där båda riktningarna är lika troliga).

5.4 BEFOLKNINGSTÄTHET

Befolkningstätheten är avgörande för att beräkna hur många personer som utsätts för en eventuell olycka och fastställa samhällsrisk. Enligt Statistiska centralbyrån (SCB) var befolkningstätheten för Vänersborgs tätort 2067 personer/km² år 2019 [10]. I områden utanför tätorten varierar befolkningstätheten mellan 800 – 1200 personer/km². För aktuellt område antas befolkningstätheten vara 2067

personer/km² för att hålla ett konservativt resultat, och för att ta hänsyn till eventuella verksamheter som har högt antal arbetstagare samt kunder i den fysiska lokalen.

- Inom 15 meter från Älvsborgsbanan sätts befolkningstätheten till 0 mot planområdet.
- Mot planområdet sätt befolkningstätheten därutöver till 2067 personer/km².
- Från planområdet sätts befolkningstätheten till 0 då endast två gårdar förekommer på avstånd 400 - 500 meter från järnvägen.

Eftersom planområdet främst kommer att bestå av industri kommer befolkningstätheten vara som störst under dagtid. Då det är osäkert om några av verksamheterna tillämpar nattsift antas 20% av befolkningstätheten råda under nattetid enligt holländska riktlinjerna [11]. I de holländska riktlinjerna anges även att 93 % av befolkningen kan antas befinna sig inomhus under dagtid och 99 % är inomhus på natten.

Dagtid råder mellan 8.00 – 18.30.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 28 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

6 ÖVERGRIPANDE SKYDDSAVSTÅND FRÅN VERKSAMHETER

I detta kapitel redovisas övergripande de skyddsavstånd som gäller från befintliga verksamheter mot aktuellt område, samt skyddsavstånd från verksamheter inom aktuellt område mot befintliga bostadsfastigheter. Observera att detta kapitel endast är generellt utifrån kända förutsättningar. Om det förekommer verksamheter som bedriver storskalig hantering, eller speciell hantering, av t.ex. brandfarlig vätska och gas så behövs en mer detaljerad utredning. Befintliga verksamheter bör redan i dagsläget ha sådan utredning i sin riskhantering.

Två regelverk från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) samt en handbok utgör grund för detta avsnitt.

Regelverk:

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2020:1) om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler. Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 augusti 2020.
- Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor med ändringar i SÄIFS 2000:5.

Handbok:

- MSB:s handbok om Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, utgiven mars 2015.

6.1 SKYDDSAVSTÅND FRÅN LÖSA BEHÅLLARE OCH CISTERN FÖR BRANDFARLIG GAS OCH BRANDFARLIGA AEROSOLER

Tabellerna i detta kapitel är hämtade från MSB:s föreskrifter (MSBFS 2020:1). Avstånden som visas är rekommenderade minsta avstånd mellan lösa behållare och omgivningen.

Där tabellerna anger avståndet 0 meter innebär det att de lösa behållarna kan placeras inomhus. Där tabellerna anger ett annat avstånd än 0 meter innebär det att behållarna inte bör placeras inomhus i en byggnad, eftersom avståndet gäller mellan behållarna och byggnaden i sig. De får dock vara placerade i ett fristående förråd, container eller liknande som är särskilt avsett för behållarna.

Tabell 4 gäller för icke publik verksamhet, tabell 5 för publik verksamhet. Butiker är dock undantagna i tabell 5 för publik verksamhet.

Tabell 4. Minsta avstånd vid placering av lösa behållare, icke publik verksamhet (MSBFS 2020:1).

De lösa behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och						
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
	EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*	
0 - ≤60	0**	0	0	0**	0	0**	0
>60 - ≤250	3***	0	0	12	0	25	0
>250 - ≤1200	3	3	0			25	0
>1200 - ≤4000	6	6	3	12	6	50	25
>4000 - ≤8000	12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning motsvarande

** Behållarna bör samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/ används, 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.

Tabell 5. Minsta avstånd vid placering av lösa behållare, publik verksamhet (MSBFS 2020:1).

De lösa behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och						
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
	EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*	
0 - ≤250	3**	0	0	12	0	25***	0
>250 - ≤1200	3	3	0	12	0	25	0
>1200 - ≤4000	6	6	3	12	6	50	25
>4000 - ≤8000	12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning motsvarande

** Inget avstånd från byggnaden behövs:

- upp till 60 liter vid utomhusförvaring minst 3 meter från öppningar till lokalens publika delar, lokal som används av någon annan eller till nödutgångar. Ex. på öppningar är öppningsbara fönster, dörrar och ventilationsöppningar. Om flaskorna istället placeras i låst plåtskåp eller liknande är det tillräckligt med 1 meter till samma typer av öppningar

- vid tillfälliga arbeten t.ex. användning av gasolbrännare på restaurang, vid undervisning eller vid reparationsarbeten med svetsutrustning

- om de lösa behållarna inte är större än 1 liter och behållarnas totala volym inte överstiger 2 liter.

*** Kortare avstånd kan tillåtas, dock minst 3 meter, för gasoldrivna terrassvärmare och liknande utomhus.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 30 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

I tabell 6 visas rekommenderade minsta avstånd mellan gascisterner med gasol och omgivningen. Angiven högsta volym avser volymen hos en gascistern. Avstånden räknas från gascisternens mantelyta. Tabellen avser placering av en eller två cisterner. För två cisterner är det tillräckligt med ett avstånd mellan cisternerna motsvarande den största cisternens cisterndiameter.

Tabell 6. Minsta avstånd vid placering av en eller två gascisterner med gasol ovan mark (MSBFS 2020:1).

Avstånd i meter mellan	Byggnad i allmänhet, brännbart material el. brandfarlig verksamhet	Stor mängd brännbart material	Utrymningsväg från svårutrymda lokaler	Pump och förångare	Parkerade fordon (personbilar/tyngre fordon)	Tankfordonets slanganslutningspunkt	Cisternens slanganslutningspunkt
Cisternvolym högst 13 m ³	6*	12*	100*	3*	6/8*	12*	0
Cisternvolym >13 m ³ ≤100 m ³	12*	25*	100*	3*	6/8*	12*	6*
Tankfordonets slanganslutningspunkt	12*	25*	100*	3**	6	-	-
Cisternens slanganslutningspunkt	12***	12*	100*	3*	6	-	-
Pump och förångare	3**	12*	-	3**	6*	3**	3*

- ej tillämplbart.

* Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre kan avståndet minskas till hälften.

** Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre behövs inget avstånd.

*** För slanganslutningspunkt på gascistern med volym högst 13 m³ gäller minsta tillåtna avstånd 6 meter. Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre får avstånden minskas till hälften för cisterner med volym högst 100 m³.

6.2 SKYDDSAVSTÅND FRÅN CISTERN OCH LÖSA BEHÅLLARE FÖR BRANDFARLIG VÄTSKA

Tabellerna i detta kapitel är hämtade från MSB:s föreskrifter (SÄIFS 2000:2). Avstånden som visas är rekommenderade minsta avstånd mellan cisterner, lösa behållare och omgivningen. De avstånd som anges i tabellerna kan utnyttjas som riktvärden. Den grundläggande filosofin bör vara att en riskutredning (analys) av de faktiska förhållandena alltid ska föregå ett beslut om vilket avstånd som ska finnas mellan de olika anläggningsdelarna. Avstånden bör alltid avspegla de risker som föreligger på den enskilda anläggningen. Detta innebär att avstånden kan bli längre, lika långa eller kortare än de i tabellerna. Avstånden ska bidra till att brand inte uppkommer i brandfarliga vätskor samt förhindra brandspridning mellan anläggningar för brandfarliga vätskor eller andra objekt inom eller utanför anläggningen.

Endast utvald tabell från SÄIFS 2000:2 med ändringar redovisas. Tabell som anger rekommenderat avstånd mellan cisterner eller lösa behållare och byggnader/skyddsobjekt redovisas. För skyddsavstånd mellan cisterner, lösa

behållare eller kombination av dessa, samt skyddsavstånd inom anläggningar, hänvisas till regelverket.

I detta kapitel berörs ej invallning, brandteknisk avskiljning etc. Endast skyddsavstånd berörs.

Tabell 7. Rekommenderade avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig vätska i cistern eller lös behållare, V är volym i m³ (SÄIFS 2000:2 med ändringar).

Kringliggande skyddsobjekt	Klass 1 och 2a			Klass 2b och 3		
	V≤3	3<V≤100	V>100	V≤12	12<V≤100	V>100
Byggnader av obrännbart material, icke brandfarlig verksamhet	9 m	12 m	25 m	6 m	9 m	12 m
Materiel med stor brandbelastning	12 m	25 m	50 m	9 m	12 m	25 m
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

6.3 SKYDDSAVSTÅND PÅ OCH FRÅN BENSINSTATIONER

Tabellen i detta kapitel är hämtad från MSB:s handbok om Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer. Avstånden som visas är rekommenderade minsta avstånd och gäller för drivmedel med flampunkt 30 °C eller lägre.

Tabell 8 Avstånd, i meter, på bensinstationer (MSB:s handbok).

Objekt / Riskkälla	Påfyllnings- anslutning till cistern	Mätar- skåp	Pejl- förskruvning	Cistern- avluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer	25 ^{1,2}	18 ¹	6	12
Stationsbyggnad	12	6 ³	3	6
Minst en utrymningsväg från stationsbyggnad	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas (t.ex. fristående förråd, garage) eller objekt med låg brandbelastning	9	3	3	3
Förrådsbyggnad med stor brandbelastning ⁴	12	3	3	6
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska ⁵	3	3	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12
Båtplatser ⁶	12	12	-	18

- 1) Busshållplats och gatukök utan gäster inomhus kan placeras minst 18 m från påfyllnings anslutning till cistern förut satt att gästbord placeras minst 25 m från påfyllningsanslutning.
- 2) Avståndet kan halveras om vägg mot spillzon är av obrännbart material och lägst i brandteknisk klass EI 60 utan ventilationsöppningar och brandtekniskt oklassade fönster. Hela avståndet gäller dock för in- och utgångar.
- 3) Avståndet förut sätter att mark mellan t.ex. byggnad och pumpö är doserad med fall mot pumpön samt att doseringen omfattar hela spillzonen.
- 4) Avser t.ex. förråd för lösa behållare med brandfarlig vara.
- 5) För s.k. containerstationer gäller särskilda rekommendationer.
- 6) För sjöbensinstationer gäller särskilda rekommendationer.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 33 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

För att en byggnad inom ett bensinstationsområde som tillhör bensinstationen ska kunna betraktas som en stationsbyggnad ska i minst en av följande strecksatser vara uppfyllda:

- Byggnaden utgörs av en försäljningslokal (servicehandelstyp) där utbudet huvudsakligen består av dagligvaror, snabbmat och ett mindre sortiment av exempelvis spolarvätska, olja, torkarblad, etc. Andra typer av varor och service kan komplettera. Verksamhetens kassadisk är placerad så att det är möjligt att hålla uppsikt över pumpöarna. Nödstopp som bryter strömmen till tankningsanläggningen finns i anslutning till kassadisken.
- Byggnaden utgörs av en biltvättanläggning eller bilverkstad där öppen eld eller gnistbildande verksamhet inte förekommer. Portar och dörrar är placerade utanför bensinstationens förbudsområden.
- Byggnaden utgörs av en annan verksamhet än som beskrivs ovan, dock inte hotell, vårdinrättning, bostad, skola, daghem, teater eller liknande. Byggnaden har brandteknisk avskiljning mot pumpöar eller påfyllningsanslutning till cistern i lägst EI 60 utan öppningsbara fönster och utan intag för ventilationsluft. Exempel på verksamheter som avses kan vara butik, restaurang, industri, verkstad eller kontor.
- Verksamheten närmast drivmedelshanteringen motsvarar någon av de verksamhetstyper som beskrivs ovan. I en annan del av byggnaden finns hotell, vårdinrättning, bostad, skola, daghem, teater eller liknande. Den del som ska utgöra stationsbyggnaden behöver vara avskild från resten av byggnaden med brandvägg. Avstånd mellan den andra delen av byggnaden och påfyllningsanslutning till cistern för bensin och etanolbränslen är minst 25 meter, för mätarskåp för bensin och etanolbränslen minst 18 meter.

För byggnader inom bensinstationsområdet med annan verksamhetsutövare än drivmedelshanteringen gäller avstånd enligt första raden i tabell 8. En byggnad som uppfyller någon av punkterna ovan kan dock betraktas som stationsbyggnad, men detta kräver att en överenskommelse rörande säkerheten träffas mellan verksamhetsutövarna. Syftet är att uppnå en likvärdig säkerhet som om det varit en sammanhållen verksamhet. En sådan överenskommelse, som lämpligen kan vara ett avtal, omfattar minst god uppsikt över anläggningen, mottagande och hantering av felanmälningar, åtgärder i samband med olyckor och tillbud samt ömsesidig informationsskyldighet vid säkerhetspåverkande förändringar av respektive verksamhet.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 34 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

7 RISKIDENTIFIERING

7.1 FARLIGT GODSOLYCKA

En farligt godsolycka på järnväg kan inträffa genom urspårning, kollision med annat tåg eller kollision med tungt vägfordon.

Då det inte är specificerat vilka ämnen som transporteras (mer än vilka RID-S klasser), kommer klasserna att representeras av följande ämnen.

- **Explosiva ämnen** (klass 1) massexplosiva ämnen.
- **Brännbar gas** (klass 2.1) representeras av gasol.
- **Giftig gas** (klass 2.3) representeras av ammoniak.
- **Brännbar vätska** (klass 3) representeras av bensin.
- **Oxiderande ämnen och organiska peroxider** (klass 5) representeras av natriumklorat.

7.2 DIMENSIONERANDE OLYCKSHÄNDELSE

Explosiva ämnen (klass 1)

I analysen antas att 1/3 av transporterarna med varor i klass 1 utgörs av massexplosiva ämnen. En last med 25 ton massexplosiva varor antas explodera. En godsvagn med 25 ton massexplosiva varor antas explodera, se tabell 9. Händelsetråd för farligt godsolycka med explosiva ämnen redovisas i bilaga A.

Tabell 9. Dimensionerande olyckshändelse med explosiva ämnen.

Scenario	Händelse
E1	Explosion med 25 ton massexplosiva ämnen.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 35 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Brandfarlig gas (klass 2.1) - Gasol

Gasol antas transporteras i tankvagnar. Sluthändelserna som kan påverka aktuellt planområde vid en olycka redovisas i tabell 10. Händelsetråd för farligt godsolycka med gasol redovisas i bilaga A.

Tabell 10. Dimensionerande olyckshändelse med brandfarlig gas.

Scenario	Händelse
G1	Stort momentant utsläpp, explosion.
G2	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, neutral skiktning, brand.
G3	Stort momentant utsläpp, fördröjd antändning, stabil skiktning, brand.
G4	Stort kontinuerligt utsläpp, jetflamma uppstår.
G5	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G6	Stort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G7	Medelstort utsläpp, jetflamma uppstår.
G8	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G9	Medelstort kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.
G10	Litet utsläpp, jetflamma uppstår.
G11	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, neutral skiktning.
G12	Litet kontinuerligt utsläpp, fördröjd antändning av gasmoln, vinden blåser mot planområdet, stabil skiktning.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 36 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Giftig gas (klass 2.3) - Ammoniak

Ammoniak transporteras i tankvagnar. Eftersom gasen transporteras som tryckkondenserad är tanken förstärkt jämfört med behållare för t.ex. brandfarliga vätskor.

Sluthändelser som kan påverka aktuellt planområde vid en olycka redovisas i tabell 11. Händelseträdd för farligt godsolycka med ammoniak redovisas i bilaga A.

Tabell 11. Dimensionerande olyckshändelse med giftig gas.

Scenario	Händelse
A1	Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.
A2	Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.
A3	Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.
A4	Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.
A5	Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.
A6	Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Brandfarlig vätska (klass 3) - Bensin

Vid transport av brandfarliga vätskor antas det i denna analys vara bensin i samtliga scenarier. Detta är ett konservativt antagande eftersom bensin har lägre flampunkt och avger högre strålningsvärme jämfört med till exempel diesel och flertalet lösningsmedel.

Sluthändelserna som kan påverka planområdet vid en olycka redovisas i tabell 12. Händelseträdd för farligt godsolycka med bensin redovisas i bilaga A.

Tabell 12. Dimensionerande olyckshändelse med brännbar vätska.

Scenario	Händelse
B1	Mycket stort utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 400 m ²
B2	Stort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 200 m ² .
B3	Medelstort kontinuerligt utsläpp, pölbrand. Pölbrandens area 100 m ² .
B4	Litet kontinuerligt utsläpp. Pölbrandens area 50 m ² .

Oxiderande ämnen (klass 5)

Vid transport av oxiderande ämnen antas det i denna analys vara natriumklorat i scenariot. Natriumklorat är ett av de vanligaste oxiderande ämnena som transporteras. I analysen används ett scenario där utsläpp av oxiderande ämne blandas med något organiskt ämne (t.ex. motorbränsle) och antänds, vilket kan ge en kraftig explosion, se tabell 13.

Tabell 13. Dimensionerande olyckshändelse med brännbar vätska.

Scenario	Händelse
O1	Explosion motsvarande ca 25 ton massexplosiva ämnen antas inträffa.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 38 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

8 BEDÖMNING AV SANNOLIKHETER OCH FREKVENSER

Nedan följer bedömning och beräkning av sannolikheter samt frekvenser för farligt godsolycka på järnväg. Frekvensen för en olycka med farligt gods på järnvägen beräknas enligt metod från Banverket (nuvarande trafikverket) [12].

När en farligt godsolycka enligt styckena ovan har inträffat kan de olika dimensionerande olyckshändelserna i kapitel 7.2 ske. Frekvensen för en farligt godsolycka multipliceras då med sannolikheten för respektive sluthändelse (olyckshändelse).

I Trafikverkets (tidigare Banverkets) rapport finns data över hur långt från spåret som tågagnarna hamnat som längst efter en urspårning [12]. I tabell 14 redovisas fördelningen för avstånd från spåret efter urspårning.

Tabell 14. Avstånd från spår (m) efter urspårning.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m	Okänt
Resandetåg	69 %	16 %	2 %	2 %	0 %	12 %
Godståg	64 %	18 %	5 %	2 %	2 %	9 %

Om data över urspårningar där avståndet från spår är okänt bortses från blir fördelningen enligt tabell 15.

Tabell 15. Avstånd från spår (m) efter urspårning då andelen räknas om bortsett från okänd anledning till urspårning.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	78 %	18 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	70 %	20 %	5 %	2 %	2 %

Som kan utläsas av tabellerna ovan är det ytterst ovanligt att urspårade vagnar hamnar långt från spåret. 96 % av resandetågen och 90 % av godstågen stannar inom 5 meter från spåret och 98 % av resandetågen och 95 % godstågen stannar inom 15 meter från spåret.

8.1 FARLIGT GODSOLYCKA JÄRNVÄGEN

Med trafikinformation erhållen från Trafikverket blir förväntat antal farligt godsolyckor per år på aktuell järnvägssträcka $1,81 \times 10^{-5}$ för Älvsborgsbanan. Fördelningen av ämnen (RID-S klasser enligt Trafikverkets underlag) multipliceras sedan med den beräknade frekvensen i detta avsnitt för att erhålla frekvensen för en olycka med respektive RID-S klass som analyseras i denna handling.

9 KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Explosiva ämnen

Scenario E1 har kvalitativt skattats utifrån tidigare genomförda beräkningar [3]. Inom riskavståndet, se tabell 16, antas 100 procent omkomma och utanför överlever samtliga.

Tabell 16. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med explosiva varor.

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
E1	120	360

Gasol

Scenario G1, G2 och G3 har beräknats enligt Helmersson [7]. Resterande scenarier har beräknats med programvaran Gasol. Se bilaga B för indata och slutresultat. Riskavstånden anger, för jetflammar och brinnande gasmoln, avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 procent omkomma som befinner sig utomhus. Inomhus antas alla överleva då byggnader ger skydd mot strålning. Utanför riskavståndet överlever samtliga. I tabell 17 sammanställs resultatet för gasololycka på järnväg.

Tabell 17. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar gas (gasol).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
G1	131	360
G2	59	360
G3	40	360
G4	128	30
G5	23	30
G6	28	30
G7	73	25
G8	20	30
G9	22	30
G10	37	20
G11	19	30
G12	19	30

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 40 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
RISKBEDÖMNING	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Ammoniak

Riskavståndet anger sträckan i plymens riktning till koncentrationen 8500 ppm som för ammoniak är LC50, se bilaga B för beräkningar. Befinner sig en person inom riskavståndet antas personen omkomma. Befinner sig en person utanför riskavståndet antas personen överleva. Plymens utbredning har beräknats med programvaran BfK, se bilaga B för indata och slutresultatet. I tabell 18 sammanställs resultatet för ammoniakolycka på järnväg.

Tabell 18. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med giftig gas (gasol).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
A1	318	40
A2	1 100	40
A3	172	40
A4	660	40
A5	80	40
A6	330	40

Bensin

Beräkningar har utförts med metoder i FOA-handboken [13]. Riskavståndet är det avstånd där personer antas omkomma direkt. Kritisk strålningsnivå antas vara 15 kW/m² då detta, enligt Boverket [14], är den strålningsnivå (mot byggnader) som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad. Denna strålningsnivå orsakar dessutom outhärdlig smärta efter mycket kort exponering. Inom riskavståndet antas samtliga omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga. Riskavstånden beräknas från pölens centrum. I tabell 19 sammanställs resultatet för bensinolycka där samma riskavstånd gäller för en olycka på väg och järnväg.

Tabell 19. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med brännbar vätska (bensin).

Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
B1	36	360
B2	25	360
B3	17	360
B4	11	360

Oxiderande ämnen

Scenario O1 har kvalitativt skattats utifrån tidigare genomförda beräkningar [3]. Inom riskavståndet antas 100 % omkomma. Utanför riskavståndet överlever samtliga, se tabell 20.

Tabell 20. Riskavstånd för dimensionerande olyckshändelser med oxiderande ämnen.

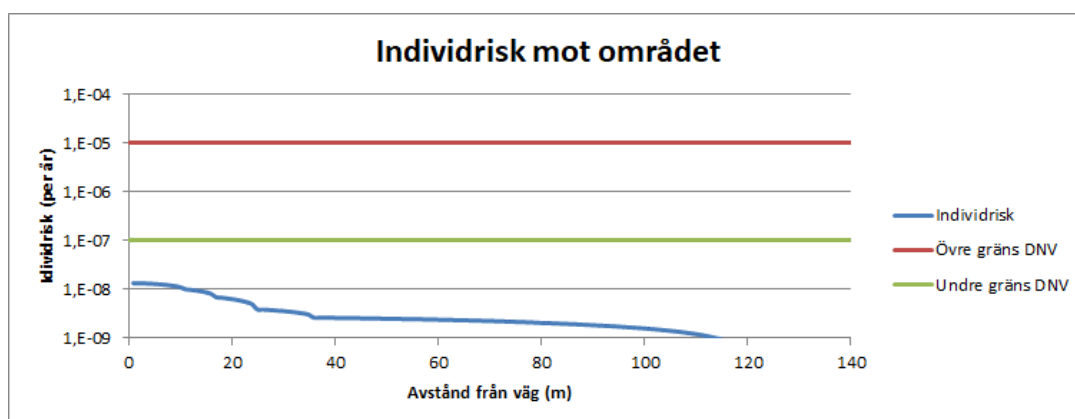
Scenario	Riskavstånd (m)	Spridningsvinkel (°)
O1	120	360

10 RISKMÅTT

I detta avsnitt redovisas individrisken följt av samhällsrisk. För beräkningssteg hänvisas till bilaga C och D.

10.1 INDIVIDRISK

Individriskbidrag från Älvsborgsbanan beräknas som en funktion av avståndet från Älvsborgsbanan mot området, se figur 8.



Figur 8. Individrisk mot aktuellt område.

Merparten av transportererna med farligt gods utgörs av brandfarlig vätska. Det längsta riskavståndet för brandfarlig vätska är 36 meter enligt konsekvensberäkningarna vilket ses i figur 8 då linjen för individrisken sjunker kraftigt inom 36 meter.

Individrisken hamnar således ej inom ALARP-området. Det innebär att risknivån med hänsyn till Älvsborgsbanan bedöms vara acceptabel utan vidare åtgärder.

10.2 SAMHÄLLSRISK

Samhällsrisk beräknas för området utmed 1 kilometer av Älvsborgsbanan.

Enligt kapitel 5.4 antas befolkningstätheten fördelas enligt tabell 21.

Tabell 21. Uppskattad fördelning av befolkningstäthet utomhus och inomhus.

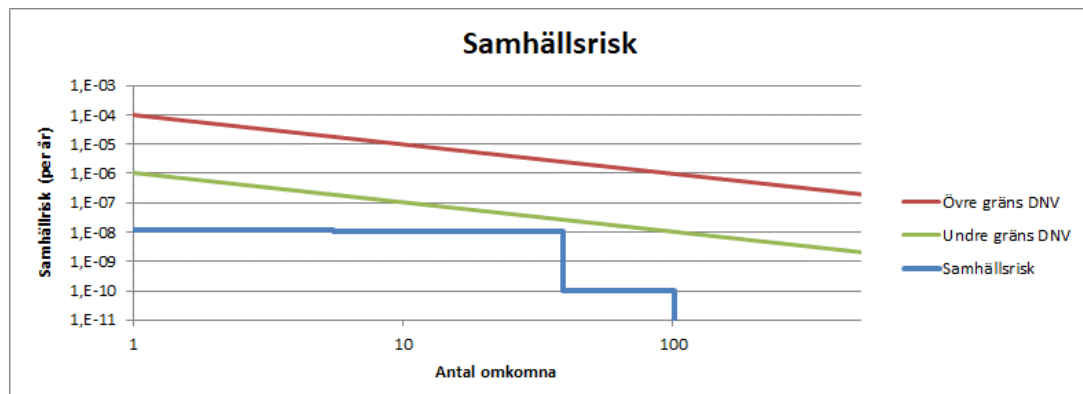
Tid på dygent	Andel utomhus (%)	Andel inomhus (%)
Dag	7	93
Natt	1	99

Uppskattad fördelning av antalet omkomna utomhus respektive inomhus återges i tabell 22.

Tabell 22. Uppskattad fördelning av omkomna utomhus respektive inomhus.

Scenario	Andel omkomna utomhus (%)	Andel omkomna inomhus (%)
Explosiva ämnen	100	100
Gasol	100	5
Bensin	100	1
Ammoniak	100	5
Oxiderande ämnen	100	100

I figur 9 redovisas samhällsriskerna vid aktuellt område. Eftersom befolkningstätheten är låg och få transporter av farligt gods sker på järnvägen hamnar samhällsriskerna således ej inom ALARP-området. Det innebär att risknivån med hänsyn till Älvsborgsbanan bedöms vara acceptabel utan vidare åtgärder.



Figur 9. Samhällsrisk vid aktuellt område.

11 KÄNSLIGHETSANALYS

För att visa på robusthet i beräkningarna varierar indata för att undersöka effekten på slutresultatet.

Variabler som kan varieras i en känslighetsanalys är till exempel olika sannolikheter för farligt godsolycka, hålstorlekar, väder samt transporterade mängder farligt gods på farligt godsleden och järnvägen. I känslighetsanalysen studeras ökad mängd farligt godstransporter samt förändrar persontäthet. Individrisken och samhällsrisken beräknas på samma sätt som tidigare. Följande indata nyttjas för känslighetsanalysen:

Generellt

- Befolkningstätheten ökas till 2067 personer/km² på båda sidor om järnvägen med start 15 meter från järnvägen.
- Andel personer som vistas ute ökas till 20 procent under dagtid och 10 procent under nattetid.
- Antalet tåg med farligt gods fördubblas med det år mellan 2014-2019 med flest tåg med farligt gods som grund.
- Fördelning mellan olika klasser av farligt gods behålls.

Hålstorleken har stor betydelse för resultatet. I analysen har tre storlekar på gasoltankar använts:

- Litet (diameter 4 cm).
- Medelstort (diameter 8 cm)
- Stort (diameter 14 cm).

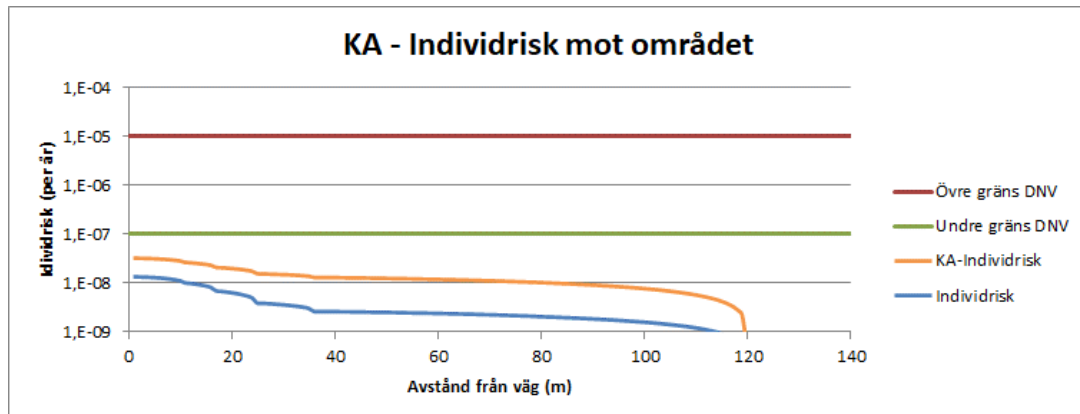
För gasol finns har även ett momentant utsläppsscenario studerats. Gasol transporteras i tjockväggiga tankar vilket innebär att sannolikheten för ett haveri är mycket litet. Hålstorlekarna på tjockväggiga tankar är ofta mindre än för tunnväggiga tankar, och de hålstorlekar som har använts i analysen bedöms vara konservativa för tjockväggiga tankar.

För bensinutsläpp har fyra olika pölstorlekar antagits (50, 100, 200 samt 400 m²). För haveri, där innehållet i tanken kommer ut momentant har en pölstorlek på 400 m² antagits. Även dessa pölstorlekar antas vara konservativa då det i analysen inte har tagits hänsyn till eventuella hinder och underlag som kan hindra pölens utbredning. Av denna anledning analyseras ej hål- och pölstorlekar vidare i känslighetsanalysen.

Väderförhållanden anses inte behöva analyseras vidare i känslighetsanalysen då det i beräkningarna ansatts den statistik som gäller för Vänersborg, uppmätt av SMHI.

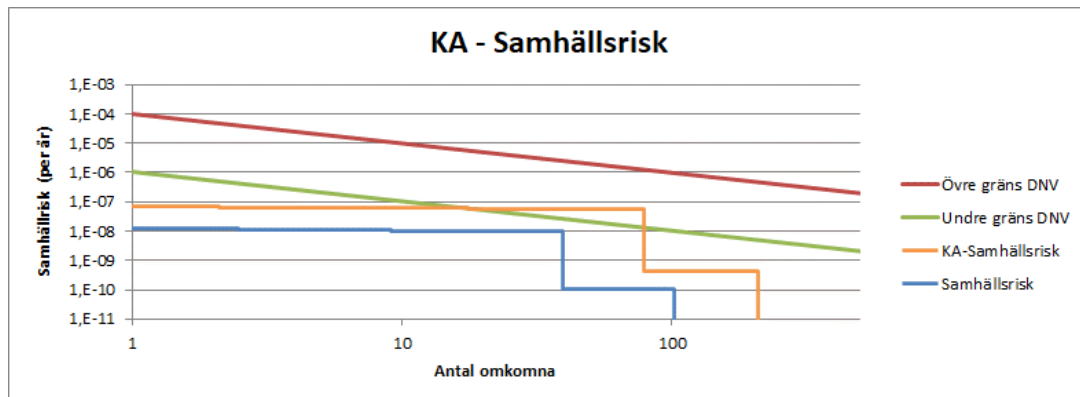
De sannolikheter som har angetts i händelseträden för farligt godsolycka (se bilagor) är de sannolikheter som är vedertagna och konservativt antagna att använda när det gäller transporter av farligt gods på väg i Sverige. Därmed bedöms ingen känslighetsanalys av dessa värden vara nödvändig.

Individriska beräknas med ovanstående justeringar, se figur 10. Som förväntat ökas individriska något men den hamnar fortfarande under ALARP-området trots relativt kraftiga ökning i befolkningstäthet och antalet tåg med farligt gods.



Figur 10. Individriska i känslighetsanalysen.

Även samhällsriska ökas (vilket är att förvänta) men ligger fortfarande generellt under ALARP-området, se figur 11.



Figur 11. Samhällsriska i känslighetsanalysen.

12 VÄRDERING AV OSÄKERHETER

I riskanalysprocessen vävs olika osäkerheter in vilka måste hanteras korrekt för att riskanalysen ska kunna vara praktiskt användbar och ge en korrekt riskbild. I denna riskanalys har en del antagande gjorts och huvuddelen av dessa antagande har varit konservativa för att inte underskatta risken i planområdet. Detta avsnitt belyser de osäkerheter som finns i denna riskanalys.

Trafikinformation och transporter med farligt gods på transportlederna

Trafikintensiteten och antalet tåg med farlig gods grundar sig på den statistik som Trafikverket har lämnat. Individrisken och samhällsrisken är beräknad med trafikintensitet för nuläget. Trafikintensiteten och antalet transporter med farligt gods har ökat i känslighetsanalysen och täcker således in osäkerheter över tiden.

Fördelningen av olika RID-S klasser är erhållen från Trafikverket. Den statistik som finns att tillgång bedöms vara tillförlitlig.

Representativa ämnen

Att låta gasol representera brandfarliga gaser beror på att huvuddelen av de brandfarliga gaser som transporteras i Sverige är gasol. Gasol har ett brett brännbarhetsområde och är flyktigt vilket innebär att ett utsläpp kan innebära värre konsekvenser än många andra brännbara gaser.

Bensin representerar brännbara vätskor. Bensin är mer brandfarligt än till exempel diesel och eldningsolja, som transporteras i stora volymer på, och anses därmed ge ett konservativt resultat.

Händelseförlopp vid gasolutsläpp – fördröjd antändning

Vid gasutsläpp och fördröjd antändning kan olika händelseförlopp inträffa. I analysen antas ett gasmoln bildas som driver iväg med vinden och antänds en bit bort från utsläppsplatsen. Detta scenario kan vara svårt att beräkna främst av den anledning att det är svårt att förutsäga var molnet kommer att antändas. Luftinblandning och tändkällor är viktiga parametrar som är svåra att förutsäga.

Väderdata såsom stabilitetsklass, temperatur, vindriktning och vindhastighet.

I beräkningarna har konservativa antaganden avseende väderdata antagits, och där det har funnits tillgänglig statistik har denna nyttjats.

Sannolikheter för farligt godsolycka och för olika scenarier som kan inträffa till följd av farligt godsolycka.

Det inträffar få farligt godsolyckor i Sverige vilket innebär att statistiken kan vara missvisande. Lokala förutsättningar kan dessutom öka/minska frekvensen för både olycka och olika sluhändelser. Sannolikheterna för olika händelseförlopp vid en farligt godsolycka är hämtade från Helmersson [7]. Frekvensen för olycka med farligt godsfordon inblandat är beräknad enligt modell från Räddningsverket [8] och Trafikverket [12]. Statistiken i dessa källor är generella för Sverige och lokala förutsättningar är inte inkluderade.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 47 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Hålstorlekar/haveri

Hålstorleken har dimensionerats efter statistik från olyckor med tunnväggiga tankar. Hål i tjockväggiga tankar blir generellt sett mindre än i tunnväggiga tankar men trots det har samma hålstorlekar som vanligtvis används för konsekvensberäkning vid tunnväggiga tankar använts. Hålstorleken är därmed konservativ, vilket är medvetet på grund av att hålstorleken har stor betydelse för konsekvenserna av ett utsläpp. Haveri kan inträffa för tunnväggiga tankar, dock är det mycket sällsynt att en tjockväggig tank havererar. Haveri för gasol (som transporteras i tjockväggiga tankar) är trots det inkluderad i analysen.

Konsekvensberäkningar

Handberäkningar enligt Fischer m.fl. [13] samt datorprogrammen Gasol och BfK har använts för konsekvensberäkningarna. Samtliga metoder är beprövade och verifierade.

Individrisken är beräknad utomhus, vilket gör att en individ är mer mottaglig för både värmestrålning och toxiska gasutsläpp än om individen befinner sig inomhus.

Riskavstånd

En förenkling har gjorts i rapporten då riskavstånd beräknats för varje sluthändelse. Förenklingen ligger i antagandet att befinner man sig inom riskavståndet är sannolikheten 1 att man dör. Utanför riskavståndet är sannolikheten 0. Detta är givetvis en förenkling. För giftig gas brukar riskavståndet vara fram till att koncentrationen når LC50. LC50 för ammoniak är 8558 ppm, vilket har använts i denna rapport för att ta fram riskavstånd för de sluthändelser som innebär utsläpp av ammoniak.

För pölbränder är det strålningen som avgör riskavståndet. För bensenbränder har antagits att sannolikheten att omkomma vid pölbrand är om man vistas inom det område där strålningen är 15 kW/m² eller högre. För gasol har 5 kW/m² använts, vilket är konservativt. Anledningen till att ett mer konservativt värde har använts för gasolbrand än för bensenbrand är att händelseförloppet för en gasolbrand är mer osäkert. Tredje gradens brännskada har även jämförts med att man omkommer.

För jetflammar och brinnande gasmoln har avståndet då 3:e gradens brännskada uppstår använts som riskavstånd.

Hänsyn till svårt och lindrigt skadade personer

I riskanalysen har endast dödsfall inkluderats av flera anledningar. Dels gäller valda acceptanskriterier för omkomna personer, dels är det svårt att förutse grad av skada som kan uppkomma till följd av en olycka på olika avstånd då det beror på många faktorer, exempelvis ålder, fysisk hälsa, vilka kläder personen har på sig etc. Det finns heller inga kriterier för värdering av skadade.

 Borås – Göteborg – Halmstad Stockholm – Uddevalla Tel vxl: 010-703 70 00 www.prevecon.se	Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 48 / 62	
	Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt	
		Handläggare Adam Lindström		
		Datum 2020-06-03	Revidering	

13 SLUTSATSER

Med hänsyn till den låga individrisken och samhällsrisken (under det undre acceptanskriteriet) bedömer Prevecon att det nya industriområdet kan uppföras utan riskreducerande åtgärder med hänsyn till farligt gods transporter på Älvsborgsbanan. Dock ska skyddsavstånd vara minst 30 meter mellan järnväg och bebyggelse för att ta hänsyn till Länsstyrelsernas riktlinjer.

Befolkningstätheten i denna rapport är antagen motsvara befolkningstätheten i Vänersborgs tätort, vilket är ett mycket konservativt värde. I känslighetsanalysen har detta konservativa värde även ansatts i området på andra sidan av järnvägen. Först då hamnar samhällsrisken inom ALARP-området (om än endast marginellt). Riskreducerande åtgärder (utöver skyddsavstånd) behöver därför endast genomföras om/när området på andra sidan av järnvägen bebyggs. Prevecon föreslår dock att ny bebyggelse inom 35 meter från järnvägen utförs med yttervägg (inklusive dörrar och fönster) i klass EI 30 och med obrännbar fasad, samt att utrymning inom 35 meter ska vara möjligt bort från järnvägen.

Angående skyddsavstånd från befintliga verksamheter mot aktuellt område, samt skyddsavstånd från verksamheter inom aktuellt område mot befintliga bostadsfastigheter anges generella avstånd i kapitel 6. Skyddsavstånd på 30 meter från verksamheter inom aktuellt område mot befintliga bostadsfastigheter anses tillräcklig. Om det förekommer verksamheter som bedriver storskalig hantering, eller speciell hantering, av t.ex. brandfarlig vätska och gas så behövs dock en mer detaljerad utredning.

Det är alltid nödvändigt att avgränsa arbetet och då tillgänglig indata inte alltid är så detaljerad som är önskvärt (t.ex. persontäthet), krävs vissa förenklingar i riskbedömningen. Förenklingar medför alltid en viss grad av osäkerheter i resultatet. Där bedömningar har gjorts eller där tillgången på tillräckligt detaljerad indata varit bristfällig har konservativa värden använts för att risken inte ska underskattas.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 49 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

14 REFERENSER

- [1] Davidsson, G. m.fl., "Värdering av risk, rapport P21-182/97," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [2] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [3] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods - antagandehandling. Huvudhandling samt bilagor 1-5," 1997.
- [4] Länsstyrelsen i Skåne län, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," 2007.
- [5] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [6] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, fakta 2016:4," 2016.
- [7] Helmersson, L., "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg. Rapport 387:4," Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, 1994.
- [8] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [9] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, SMHI, augusti 2017. [Online]. Available: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=3#>.
- [10] Statistiska centralbyrån (SCB), Augusti 2017. [Online]. Available: <http://www.statistikdatabasen.scb.se>.
- [11] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Guidelines for quantitative risk assessment - "The purple book", 2005.
- [12] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, 2001.
- [13] Fischer, S. m.fl., "Vådautsläpp av brandfarliga gaser och vätskor. 3:e rev. upplagan," Försvarets forskningsanstalt, Tuma/Umeå, 1998.
- [14] "Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd - BFS 2011:27 med ändringar t.o.m. BFS 2013:12 (BBRAD 3)," Boverket, juni 2013.
- [15] "-----SISTA REFERENSEN-----".
- [16] B. Karlsson och J. Quintiere, "Enclosure fire dynamics," CRC Press, Florida USA, 199.

Bilaga A – Frekvens- och sannolikhetsberäkningar

A.1 – Beräkning av frekvens för farligt godsolycka på väg och järnväg

Vid beräkningen av frekvensen av farligt godsolyckor används en sträcka av en kilometer.

Beräkningen av urspårningsfrekvens för en farligt godsvagn har genomförts enligt Banverkets "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen" [12]. För närmare beskrivning av beräkningsgången hänvisas till rapporten.

Nedanstående förutsätts gällas för aktuell sträcka (1 km längs med ny bebyggelse):

- Spårklass A.
- Andel farligt godsvagnar med två axlar är ca 4 procent².
- Andel farligt godsvagnar med fyra axlar antas vara 96 procent².

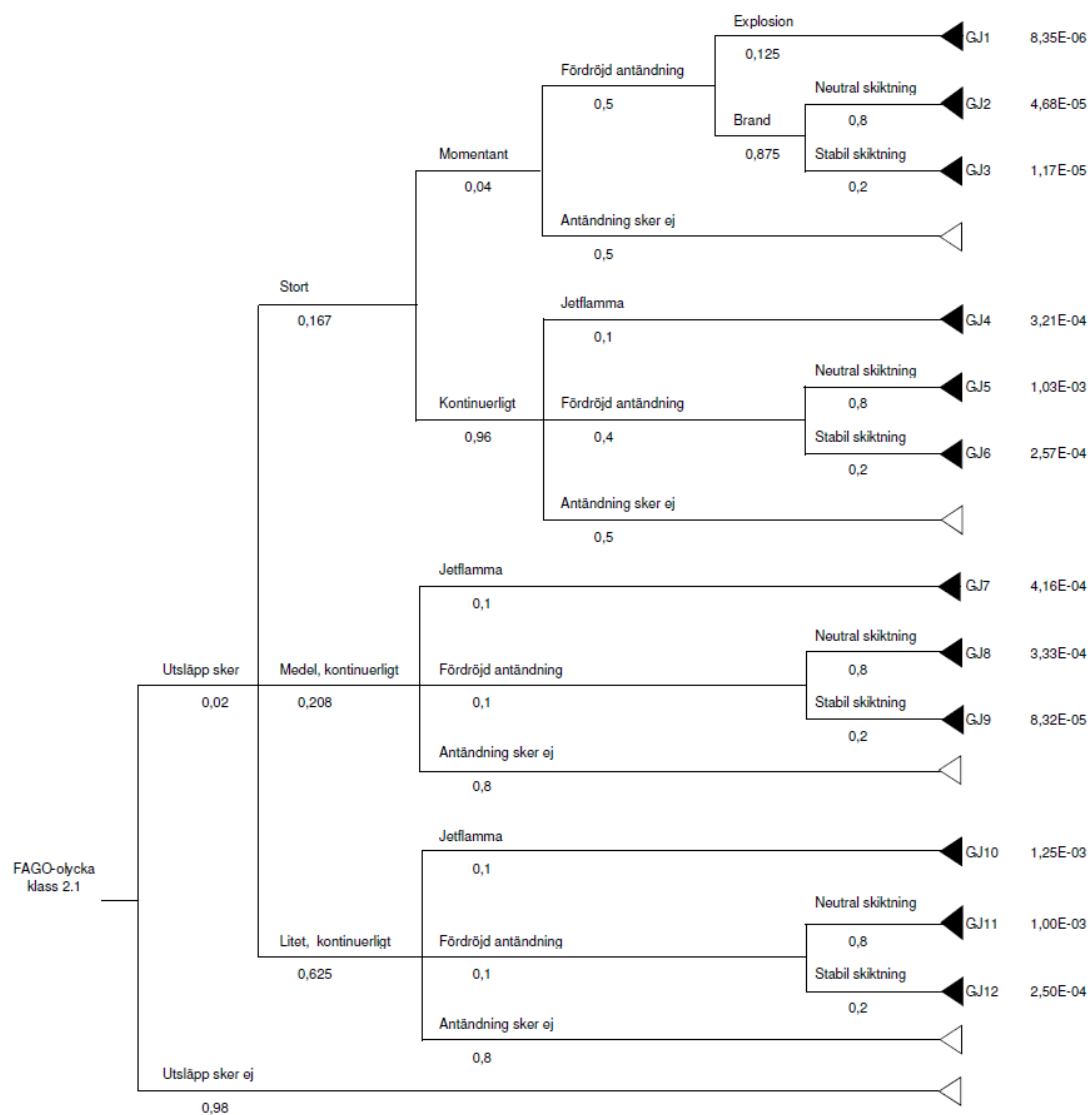
Övriga frekvensberäkningar för en farligt godsolycka redovisas ej p.g.a. sekretess från Trafikverket.

² Mailkorrespondens med Anders Nilsson från Trafikverket 2017-07-21.

A.2 – Beräkning av sannolikheter för respektive scenario

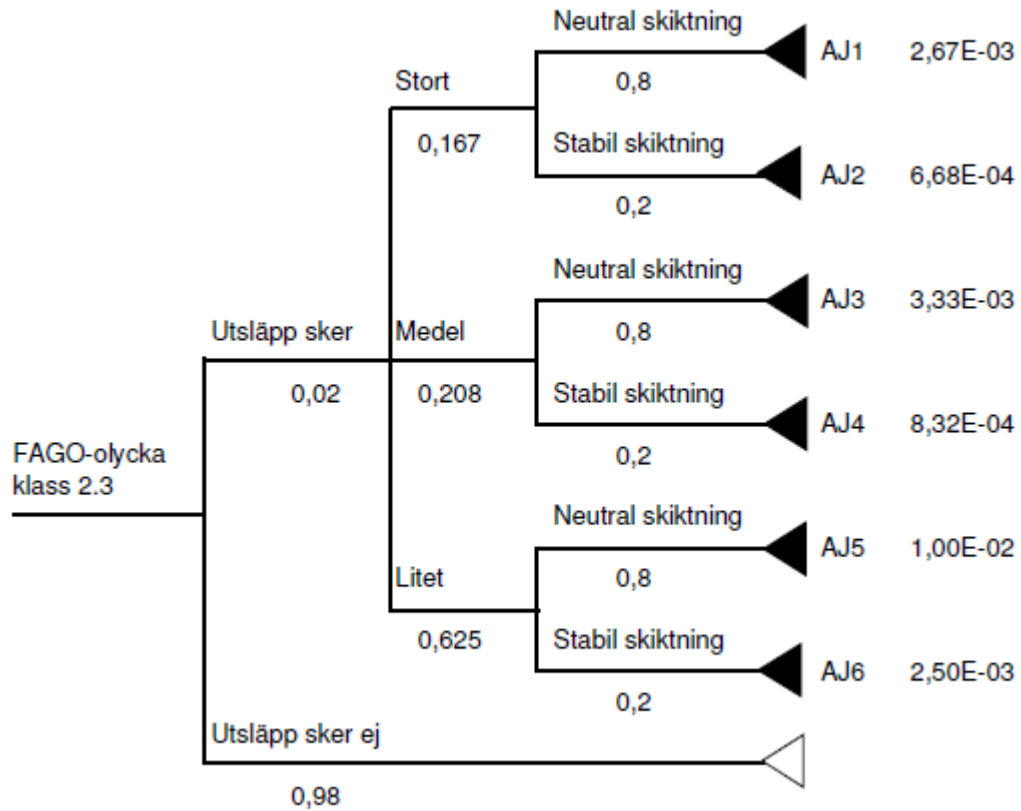
Beräkning av sannolikheten för respektive identifierat scenario med hjälp av händelsetråd.

Klass 2.1



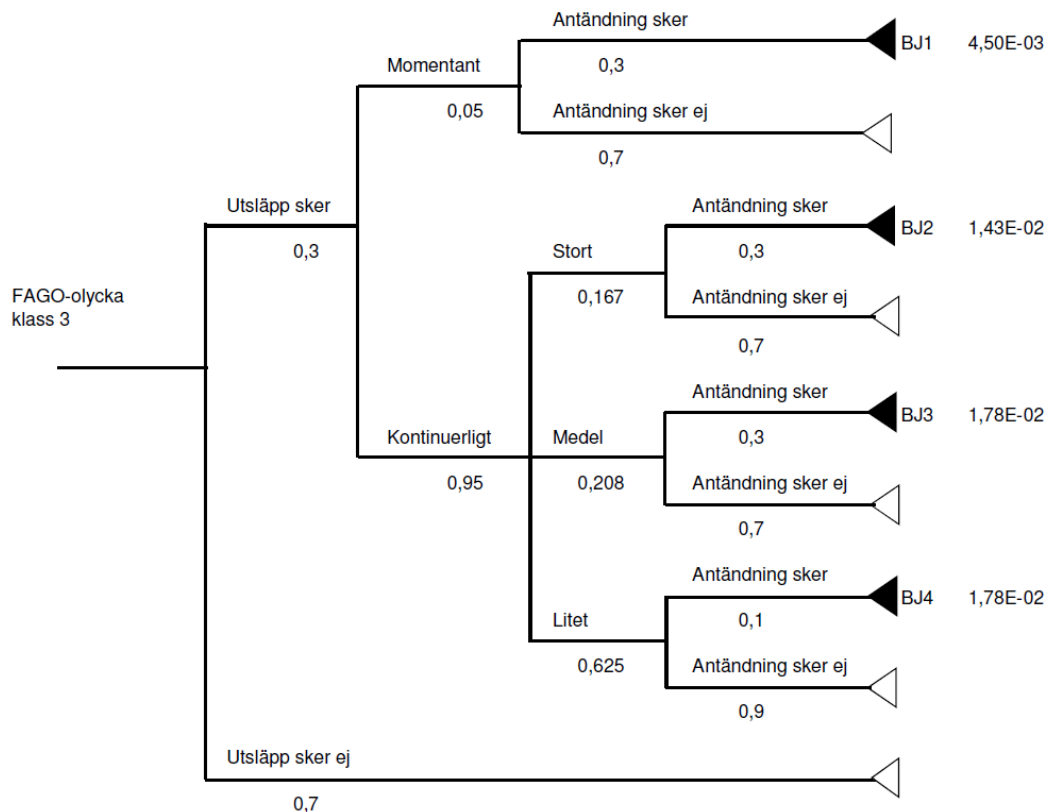
Figur A.2.1. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 2.1.

Klass 2.3



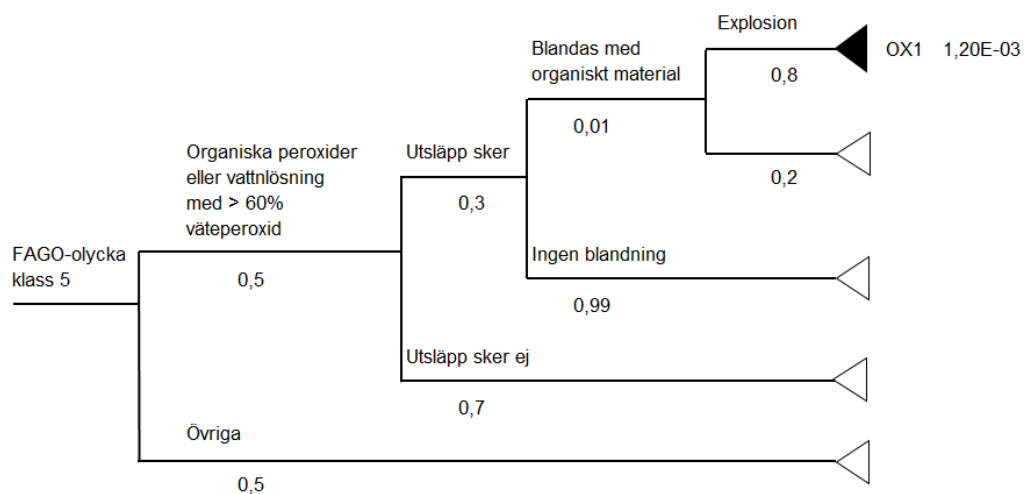
Figur A.2.2. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 2.3.

Klass 3



Figur A.2.3. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 3.

Klass 5



Figur A.2.4. Händelsetråd över farligt godsolycka med klass 5.

Att ett läckage sker antas inträffa i 30% av fallen där en farligt godsolycka med organiska peroxider eller vattenlösning med > 60% väteperoxid sker. Att läckaget blandas med flytande organiskt material, t.ex. motorbränsle, antas ske i 1 % av fallen, då järnvägen är elektrifierad.

A.3 – Beräkning av frekvenser för respektive scenario

Frekvensen för de identifierade scenarierna beräknas genom:

$$\text{Frekvens(scenario)} = P(\text{scenario}) * F(\text{FG-olycka, aktuell klass}) \quad [\text{år}^{-1}]$$

Frekvensen för farligt godsolycka är beräknad utifrån den andel av olika ämnen som transporteras på järnvägen. I känslighetsanalysen varierar indatan med de förutsättningar som redovisas i kapitel 11.

Övriga frekvensberäkningar för en farligt godsolycka redovisas ej p.g.a. sekretess från Trafikverket.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 55 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
RISKBEDÖMNING	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

Nedanstående konsekvensberäkningar har genomförts för att beräkna riskavstånd för respektive scenario.

Olycka med brännbar gas (gasol)

G1

Beräkning av konsekvenser av explosion vid momentant utsläpp, se Helmersson [7].

G2

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (neutral skiktning), se Helmersson [7].

G3

Beräkning av konsekvenser av brand vid momentant utsläpp (stabil skiktning), se Helmersson [7].

G4-G12

För att beräkna konsekvenserna har beräkningsprogrammet GASOL använts. Indata som använts presenteras nedan.

Följande indata är samma i samtliga scenarier:

Tankform:	Cylindrisk
Tankdiameter:	2,7 m
Tanklängd:	19,5 m
Fyllnadsgrad:	80 %
Tanken innehåller ca 40 ton kondenserad gasol.	
Lagringstemperatur:	15,0 °C
Lagringstryck:	7,00 bar
Lufttryck:	760 mmHg
Omgivningstemperatur:	15,0 °C
Relativ fuktighet:	50 %
Utsläppet sker nära vätskeytan	
Utströmningskoefficient (Cd): 0,83	
Ingen vägg eller dyl. nära utsläppet.	
Ingen invallning/upsamling.	
Molnighet:	Dag och klart
Omgivning:	Tätortsförhållanden (många träd, häckar och enstaka hus)

Indata som skiljer sig åt för respektive scenario:

Hålets diameter:
140 mm (G4, G5, G6)
80 mm (G7, G8, G9)
40 mm (G10, G11, G12)

Utsläppstyp:

Hål i tank mellan gas- och vätskefas (G4, G7, G10)

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 56 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Vädertyp:

Neutral (vindhastighet 5 m/s): (G4, G5, G7, G8, G10, G11)

Stabil (vindhastighet 2 m/s): (G6, G9, G12)

Riskavstånden för jetflammar och brinnande gasmoln antas sammanfalla med avståndet till 3:e gradens brännskada. För övriga fall är riskavståndet det avstånd där strålningen är 5 kW/m².

Vid jetflamma och gasmoln blir inte konsekvensområdet cirkulärt. Vid BLEVE blir dock skadeområdet cirkulärt. Vid brinnande gasmoln antas molnet antändas då det fortfarande befinner sig vid utsläppsplatsen (då det bedömts som störst). Skadeområdet blir molnets storlek plus avståndet till 3:e gradens brännskada.

Resultat Gasol

Sluthändelse G1

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 131 m.

Sluthändelse G2

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 59 m.

Sluthändelse G3

För konsekvensberäkningar av denna sluthändelse hänvisas till Helmersson [7]. Riskavstånd 40 m.

Sluthändelse G4

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 98,7 m.

Riskavstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 127,7 m och områdets bredd är 112 m.

Sluthändelse G5

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,0 m långt och 2,9 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,1 m långt och 27,1 m brett.

Sluthändelse G6

Fördröjd antändning av gasmolnet som t är 5,6 m långt och 3,6 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 27,3 m långt och 37,2 m brett.

Sluthändelse G7

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 56,4 m.

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 73,4 m och områdets bredd är 64 m.

Sluthändelse G8

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 5,6 m långt och 3,6 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,6 m långt och 21,6 m brett.

Sluthändelse G9

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 3,7 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 22,0 m långt och 29,7 m brett.

Sluthändelse G10

Om utsläppet antänds direkt kommer det att resultera i en jetflamma. Jetflammans längd är 28,2 m.

Avstånd från utsläppspunkten i jetriktningen till att 3:e gradens brännskador uppstår är 37,2 m och området bredd är 32 m.

Sluthändelse G11

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,5 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 16,5 m brett.

Sluthändelse G12

Fördröjd antändning av gasmolnet som är 4,9 m långt och 2,9 m brett.

Riskavståndet från utsläppspunkten till att 3:e gradens brännskador uppstår är 19,0 m långt och 18,9 m brett.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 58 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. extert
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Olycka med giftig gas (Ammoniak)

Avstånd till LC50 (8500 ppm) har utgjort riskavståndet för ammoniak. Riskavståndet har utlästs ur de plymer som ges som utdata i BfK. Riskavstånden redovisas i (kapitel 5).

A1

Följande indata är samma i samtliga scenarier:

Emballage: Tankbil med 45 000 kg kemikalie.
 Läckage: Punktering på tank eller packningsläckage.
 Utsläppets effektiva höjd är 1,0 m över marken.
 Omgivning: Bebyggt.
 Åtgärder: Inga.
 Beräkningar: Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m.
 Utsläppet: Utströmning av tryckkondenserad gas i vätskefas.
 Ingen pöl bildas.

Indata som skiljer sig åt för respektive scenario:

Stor (A1 & A2)

Läckage area: 154 cm²
 Källstyrka: 235 kg/s
 Varaktighet: Det tar 3 minuter tills tanken är tom

Medelstor (A3 & A4)

Läckage area: 50 cm²
 Källstyrka: 76 kg/s
 Varaktighet: Det tar 10 minuter tills tanken är tom

Litet (AJ5 & AJ6)

Läckage area: 12,5 cm²
 Källstyrka: 18 kg/s
 Varaktighet: Det tar 41 minuter tills tanken är tom

Väder:

Neutral skiktning (A1, A3 & A5)

10 °C och 5,0 m/s vindstyrka.

Stabilitetsklass D (D – Neutral skiktning) och 71 W/m² solinstrålning.

Stabil skiktning (A2, A4 & A6)

10 °C och 2,0 m/s vindstyrka.

Stabilitetsklass F (F – Stabil skiktning) och 0 W/m² solinstrålning.

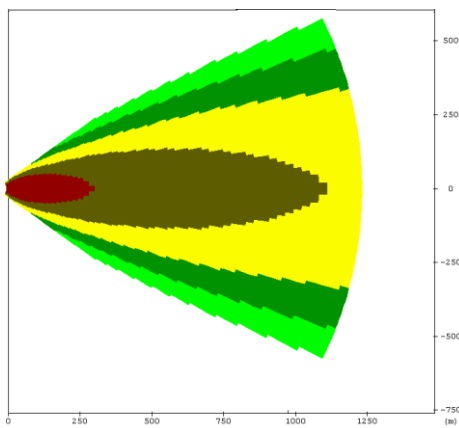
Resultat Bfk

A1

Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 318 m

Plymvinkel: 40 ° (Erhålls genom att mäta i figur samt adderat till 5 ° p.g.a. svårt att mäta exakt, på detta sätt erhålls en konservativ plymvinkel.)



Beräknat spridningsområde enligt Bfk för scenario A1.

A2

Stort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 1100 m.

Plymvinkel: 40 °.

A3

Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 172 m.

Plymvinkel: 40 °.

A4

Medelstort kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 660 m.

Plymvinkel: 40 °.

A5

Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Neutral skiktning.

Riskavstånd: 80 m.

Plymvinkel: 40 °.

A6

Litet kontinuerligt utsläpp. Vinden blåser mot planområdet. Stabil skiktning.

Riskavstånd: 330 m.

Plymvinkel: 40 °.

Dokumenttyp Rapport	Version 0	Sida 60 / 62
Uppdragsnamn TRESTAD CENTER VÄSTRA, VÄNERSBORG DETALJPLANEUTREDNING RISKBEDÖMNING	Uppdragsnummer 20200201	Projektnr. externt
	Handläggare Adam Lindström	
	Datum 2020-06-03	Revidering

Olycka med brännbar vätska (bensin)

Nedan redovisas konsekvenserna av olycka med utsläpp av brännbar vätska som representeras av bensin. Fyra stycken olika utsläppsmängder har beräknats, se tabell. Beräkningarna har genomförts enligt beräkningsgång redovisad i handbok (FOA) från Fischer m.fl. [13] och Enclosure fire dynamics [16].

- Riskavståndet är det avstånd där strålningen är 15 kW/m². Inom riskavståndet antas 100 % omkomma direkt eller p.g.a. brandspridning till byggnader. Utanför riskavståndet överlever samtliga.
- Ett utsläpp antas leda till att en pöl med bensin bildas och antänds.
- Flammans diameter antas vara lika med den bildade pölens diameter.

Tabell B1, Beräkningar med fyra utsläppsmängder.

Scenario	Pölbrand (m ²)	Pöldiameter (m)	Flamhöjd (m)	Avstånd till 15 kW/m ²
B1	400	22,6	24,5	36
B2	200	16	19,3	25
B3	100	11,3	15,2	17
B4	50	8	11,9	11

Bilaga C – Beräkning av individrisk

Då individrisken ska beräknas utmed en sträcka kan nedanstående ekvation användas.

$$IR = f * \frac{\sqrt{r^2 - a^2}}{L} * \frac{x}{360}$$

X är spridningsvinkeln (360 för pölbränder explosioner etc.)

f är frekvensen för respektive scenario.

r är riskavståndet.

a är avståndet från utsläppskällan.

L är sträckan för vilken frekvensen beräknats, exempelvis 1000 meter.

Individrisken beräknas för respektive scenario och summeras.

Övriga beräkningar och utdata redovisas ej p.g.a. sekretess från Trafikverket.

Bilaga D – Beräkning av samhällsrisk

Vid beräkningen av samhällsrisken bestäms antalet omkomna människor genom att arean av det exponerade området (begränsas av riskavståndet) multipliceras med persontätheten.

Antalet omkomna beräknas med ekvationen:

$$N = r^2 * \pi * \frac{\alpha}{360} * n$$

N = antalet omkomna

r = riskavståndet i km

α = spridningsvinkeln

n = populationen (inv/km²)

I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till att personer som befinner sig i skydd bakom byggnader etc. sannolikt inte blir påverkade av exempelvis strålningen från en pölbrand varför samhällsrisken överskattas.

Övriga beräkningar och utdata redovisas ej p.g.a. sekretess från Trafikverket.