

# RISKBEDÖMNING AV FARLIGT GODS- TRANSPORTER

Underlag för detaljplan - Gnesta 36:11 m.fl. fastigheter



## Slutgiltig handling

Beställare:	Gnesta Centrumfastigheter AB
Uppdragsnummer:	60252062
Uppdragsansvarig:	Olof Paulin
Författare:	Karl Ljungstedt
Granskad av:	Daniel Sirensjö
Datum:	2025-11-28
Senaste rev.:	-

## Sammanfattning

Denna riskbedömning har upprättats på uppdrag av Gnesta Centrumfastigheter AB. Den har tagits fram som underlag för detaljplan - Gnesta 36:11 m.fl. fastigheter i Gnesta och avser risk för olyckor med transporter av farligt gods på järnväg. Syftet är att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredställande sätt enligt kraven i plan- och bygglagen.

Aktuell fastighet ligger i närheten av en järnväg för transporter av farligt gods, Västra stambanan, och därför tas denna riskbedömning fram som underlag för att bedöma risken för olyckor och påverkan på aktuell byggnad med planerad ny verksamheten med markanvändning mellan byggnaden och Västra stambanan.

Det är Bengt Dahlgren AB:s slutsats att risknivån vid aktuell byggnad är förhöjd med hänsyn till transporter av farligt gods på Västra stambanan. Aktuell byggnad är placerad på cirka 30 meters avstånd från Västra stambanan. Vid aktuella avstånd bedöms individrisknivån vara inom acceptabel risk. För samhällsrisken ligger risknivån inom ALARP-området. Vid risknivåer inom ALARP-området bör rimliga åtgärder vidtas för att sänka risknivån.

Utifrån rådande omständigheter med en skyddande perrong vid spårområdet utmed hela planområdet, bedöms följande åtgärder som rimliga att genomföra, förutsatt att det är möjligt byggnadstekniskt och till en rimlig kostnad:

- Markområdet inom 30 meter från Västra Stambanans närmsta spårmitt utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Markanvändning i form av ytparkering bedöms godtagbar i detta avseende
- Fasader mot Västra stambanan utförs med lägst brandteknisk klass EI 30 eller motsvarande.
- Friskluftsintag placeras så att de vänds bort från Västra Stambanan (söderut)
- Samtliga lokaler förses med utrymningsmöjlighet bort från Västra Stambanan (söderut)

Sammantaget bedöms att om dessa åtgärder vidtas, reduceras risknivån till att vara acceptabel.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. Inledning</b> .....	<b>4</b>
1.1 Syfte och mål .....	4
1.2 Avgränsningar .....	4
1.3 Kravbild .....	4
<b>2. Objektsbeskrivning</b> .....	<b>7</b>
2.1 Planområdet .....	7
2.2 Planerad bebyggelse i riskutsatt kvarter .....	8
<b>3. Omfattning av riskhantering och metodik</b> .....	<b>10</b>
3.1 Omfattning av riskhantering .....	10
3.2 Metodik för riskidentifiering .....	10
3.3 Metodik för riskanalys .....	11
3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder .....	11
<b>4. Riskidentifiering</b> .....	<b>12</b>
4.1 Riskkällor .....	12
4.2 Olycksscenarier .....	13
4.2.1 Olycka med farligt gods .....	13
<b>5. Riskanalys</b> .....	<b>14</b>
5.1 Individrisk .....	14
5.2 Samhällsrisik .....	15
<b>6. Osäkerheter och känslighetsanalys</b> .....	<b>16</b>
6.1 Persontäthet .....	16
6.2 Antal transporter av farligt gods .....	17
<b>7. Riskvärdering och åtgärdsförslag</b> .....	<b>20</b>
7.1 Värdning av risknivåer och känslighetsanalys .....	20
7.2 Val för riskreducerande åtgärder .....	21
<b>8. Slutsats</b> .....	<b>23</b>
<b>9. Referenser</b> .....	<b>24</b>

# 1. INLEDNING

Denna riskbedömning upprättas på uppdrag av Gnesta Centrumfastigheter AB som ett underlag för en utredning om möjligheterna till ändrad markanvändning för den så kallade Godsmagasinstomten, belägen i centrala Gnesta och i nära anslutning till Västra Stambanan. Fastigheten som innefattas i den föreslagna planen är del av Gnesta 4:1. På den aktuella tomten planeras uppförandet av en ny byggnad i två våningsplan, med livsmedelshandel i bottenvåning och verksamhetslokaler i plan 2. Byggnadsarea BTA ca 900 m<sup>2</sup> och tillhörande ytparkering planeras på markområdet mellan den nya byggnaden och Västra Stambanan.

Uppdraget utförs i två steg. Första steget var ett inledande PM med preliminär bedömning av riskbilden för det aktuella området [1]. I det skede togs förutsättningar och strategier fram för området som verksamheten kunde förhålla sig till under projekteringen. Vissa preliminära riskberäkningar genomfördes men redovisas inte i detalj. Riskvärderingen och bedömningen av potentiella riskreducerande åtgärder/förutsättningar skede utifrån gällande praxis och länsstyrelsens riktlinjer.

I detta skede görs en fördjupad riskbedömning inför granskning. Den riskbedömningen inkluderar en detaljerad redovisning av relevanta förutsättningar, identifierade riskkällor och scenarier samt beräknade individ- och samhällsrisknivåer för det aktuella området.

## 1.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra för Gnesta Centrumfastigheter AB och Gnesta kommun att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt enligt kraven i plan- och bygglagen [2] samt miljöbalken [3].

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

## 1.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker<sup>1</sup>, med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor<sup>2</sup> och sociala olyckor<sup>3</sup> behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte. Horisontår för riskbedömningen är år 2045.

## 1.3 Kravbild

Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i plan- och bygglagen [2] och miljöbalken [3]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor.

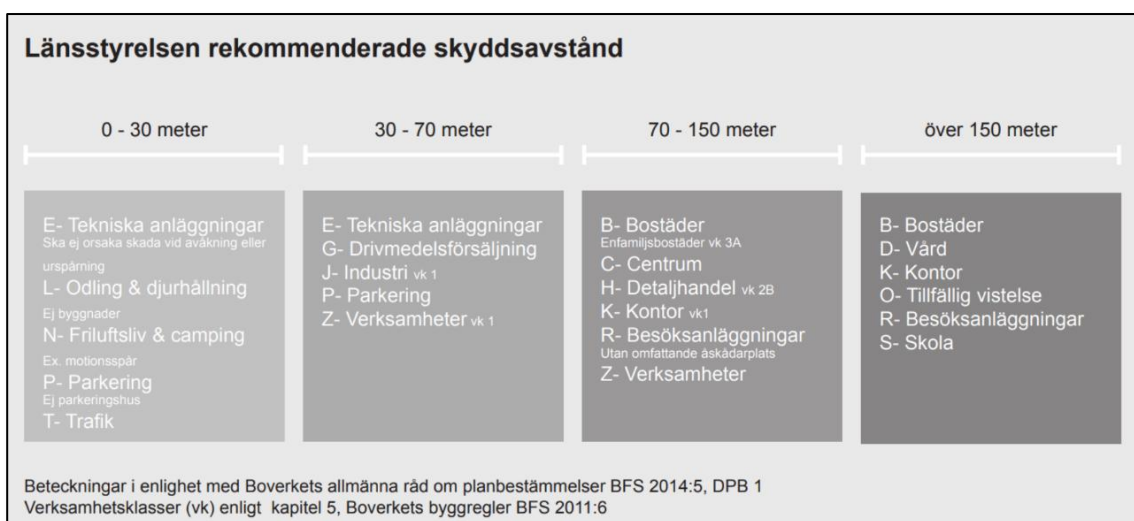
<sup>1</sup> Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

<sup>2</sup> Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

<sup>3</sup> Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

Länsstyrelsen i Södermanlands län har utfärdat en vägledning för den kommunala planläggningen av markområden intill vägar och järnvägar avsedda för transport av farligt gods [4]. I Figur 1 nedan framgår hur länsstyrelsen anser att markområden intill sådana vägar och järnvägar ska betraktas med avseende på skyddsavstånd. Länsstyrelsen menar att skyddsavstånden enligt figuren ska gälla där inga andra riskreducerande förutsättningar finns eller åtgärder vidtas.



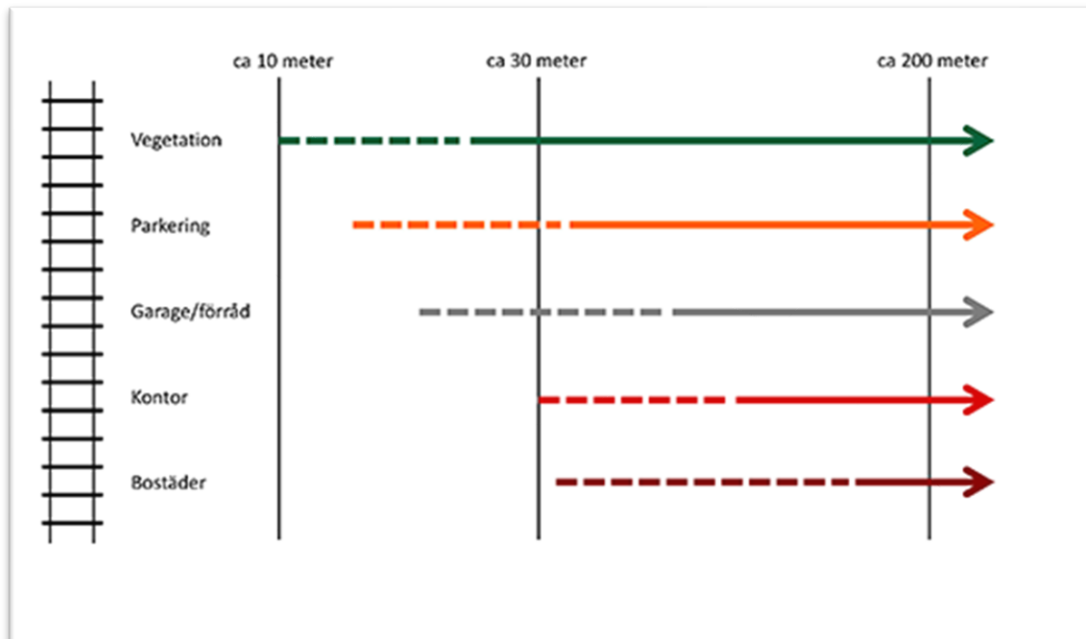
**Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd intill väg och järnväg avsedd för transport av farligt gods, Länsstyrelsen Södermanlands län [4].**

Inom zonen närmast riskkällan, 0–30 meter, anser länsstyrelsen att markområdet ska utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Denna zon är huvudsakligen att betrakta som ett bebyggelsefritt område enligt länsstyrelsens rekommendationer. Som lämplig användning anges bland annat Parkering (P).

I den andra zonen, 30–70 meter, anges bland annat Verksamheter (Z) med verksamhetsklass 1 enligt BBR [5] (personer förväntas vara vakna, ha en god lokalkännedom och själv kunna sätta sig i säkerhet) som lämplig användning. Verksamheter (Z) omfattar olika typer av ytkrävande verksamheter med begränsad omgivningspåverkan, såsom lokaler för serviceverksamheter, tillverkning, lager och verkstäder.

Centrum (C), Detaljhandel (H) i verksamhetsklass 2B (samlingslokal med över 150 besökare) och Kontor (K) i verksamhetsklass 1 anges som lämplig användning i tredje zonen, 70–150 meter.

Trafikverket anger som lämpliga säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg [6] att ny bebyggelse inte bör tillåtas inom 30 meter från spårmittpåse på närmsta spår. Detta för att skapa utrymme för räddningsinsatser och möjliggöra en viss utveckling av järnvägsanläggningen. På ett avstånd mellan 15–30 meter från spårmittpåsen kan parkering, garage och förråd accepteras, se Figur 2.



Figur 2. Generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter. Avstånden som anges utgör inte fasta regler utan verksamhetens lokalisering är en bedömningsfråga från fall till fall. Linjerna i figuren har därför streckats.



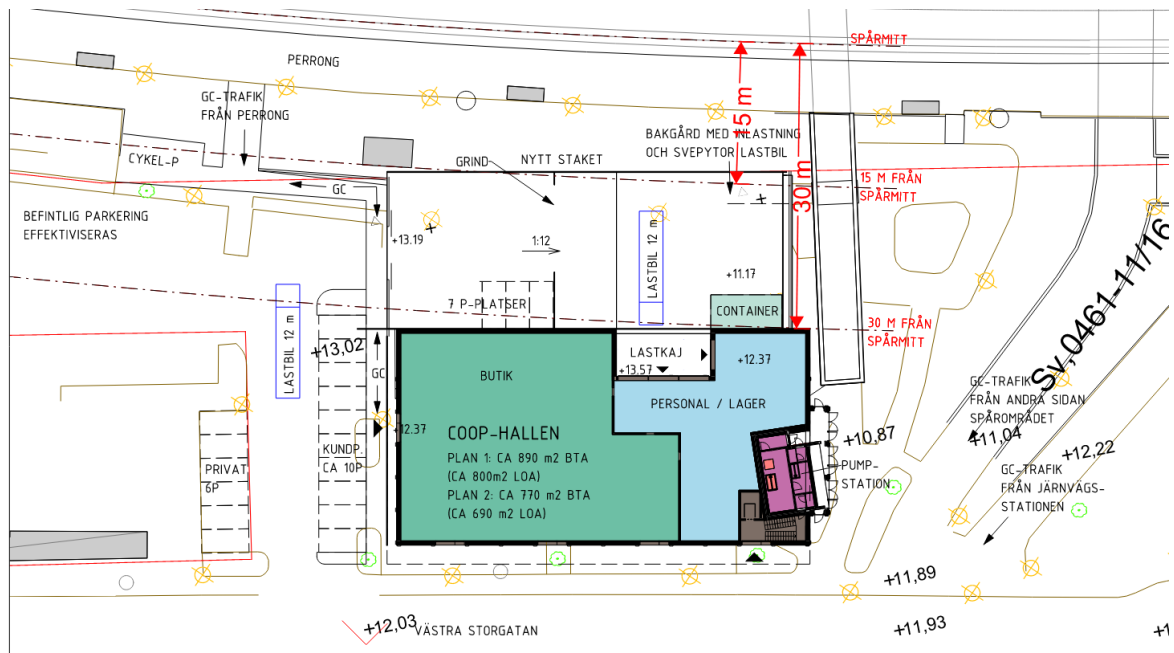
Aktuellt kvarter som bedöms kunna vara utsatt för förhöjda risker framgår av Figur 4 nedan. Kvarteret omges, förutom av järnvägsspåret med perrong i norr, av handelsvaruhus i väster, stationsområde i öster och centrumbebyggelse i söder. Terrängen är huvudsakligen att betrakta som plan.



**Figur 4. Aktuell del av planområdet utsatt för risker från järnvägen beläget mellan Västra Stambanan i norr och Västra Storgatan i söder.**

## 2.2 Planerad bebyggelse i riskutsatt kvarter

Befintlig magasinsbyggnad har sedan tidigare PM rivits. Planerad ny disposition av aktuellt område är parkering närmast järnvägen samt en tvåplansbyggnad mot Västra Storgatan (ej närmare än 30 meter från närmsta spårmit). I bottenplan planeras en livsmedelsbutik och en trappa upp planeras det för ett bibliotek. Det innebär användningar Centrum (C), Detaljhandel (H) i verksamhetsklass 2B och Kontor (K) i verksamhetsklass 1 se Figur 5.



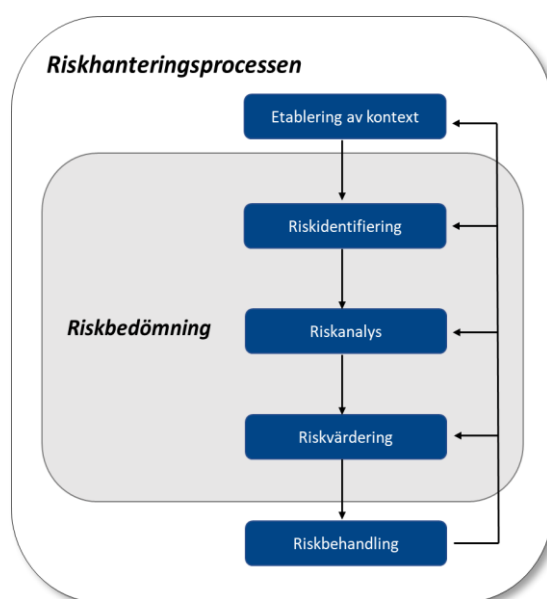
Figur 5. Gatuplan Magasinet – Coop, Gnesta Centrumkvarteret (från 2025-11-07)

## 3. OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

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

### 3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 ( [8], se Figur 6. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.



Figur 6. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

### 3.2 Metodik för riskidentifiering

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

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

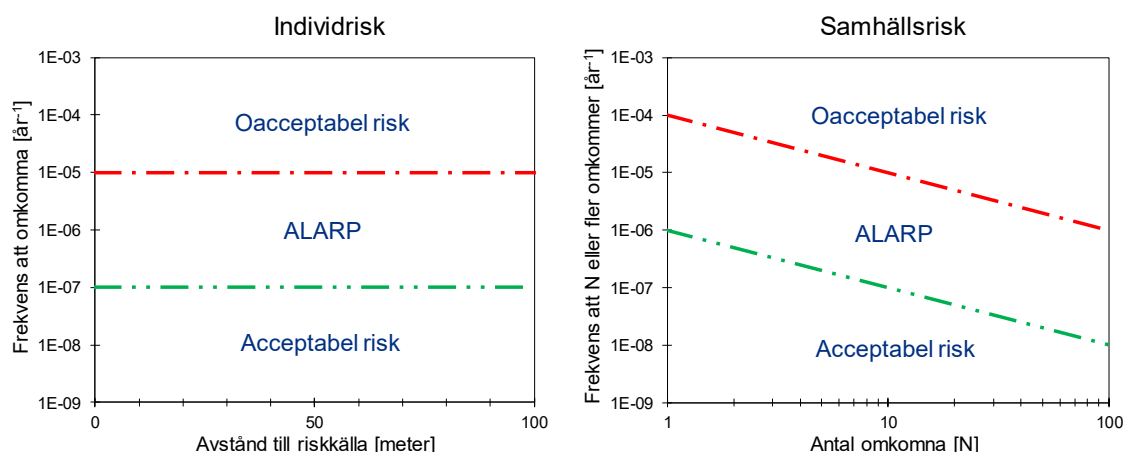
### 3.3 Metodik för riskanalys

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

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

### 3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Riskvärdering sker genom jämförelse mellan beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* (Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., 1997), se Figur 7 nedan.



**Figur 7. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV (Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., 1997).**

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

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets (nuvarande MSB) rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [9].

## 4. RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarier som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden. Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors liv och hälsa. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom det aktuella området.

### 4.1 Riskkällor

Inga drivmedelsstationer, anläggningar med farlig verksamhet eller Seveso-anläggningar har identifierats i omgivningen.

Avståndet till närmsta verksamhet med tillstånd till hantering av brandfarlig vara (Granngården) är 380 meter. Maximalt konsekvensavstånd uppgår till uppskattningsvis ett trettiotal meter (värmestrålning vid brand), och därmed bedöms den riskkällan ej medföra någon påverkan på Godsmagasinstomten.

Västra Stambanan förbi planområdet är en hårt trafikerad järnvägssträcka som förbinder Göteborg och Stockholm. Järnvägssträckan löper norr om aktuellt område. På den aktuella platsen finns fyra spår, 1–4, se Figur 8. Aktuellt planområde ligger på ett avstånd om 15–57 meter från närmsta spår (spår 2). Från spår 2 till planerad bebyggelse är det 30 meter. Järnvägsspåren går i en svag båge förbi aktuellt område. Inga plankorsningar finns i anslutning till planområdet. Närmsta avstånd till spårväxel är 250 meter öster om aktuellt planområde. Avstånd i väster till närmsta spårväxel är 450 meter.



Figur 8. Västra Stambanan genom Gnesta med spårnumrering

Identifierade riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs därmed enbart av Västra Stambanan. Värsta stambanans huvudspår är spår 3 – 4. Spår 1 används av Pendeltågen och spår 2 är stationsspåret i Gnesta med en perrong söder om spåret.

## 4.2 Olycksscenarier

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

Även tågurspårning kan ge en påverkan på aktuellt riskområde, oavsett typ av tåg eller gods.

### 4.2.1 Olycka med farligt gods

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

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

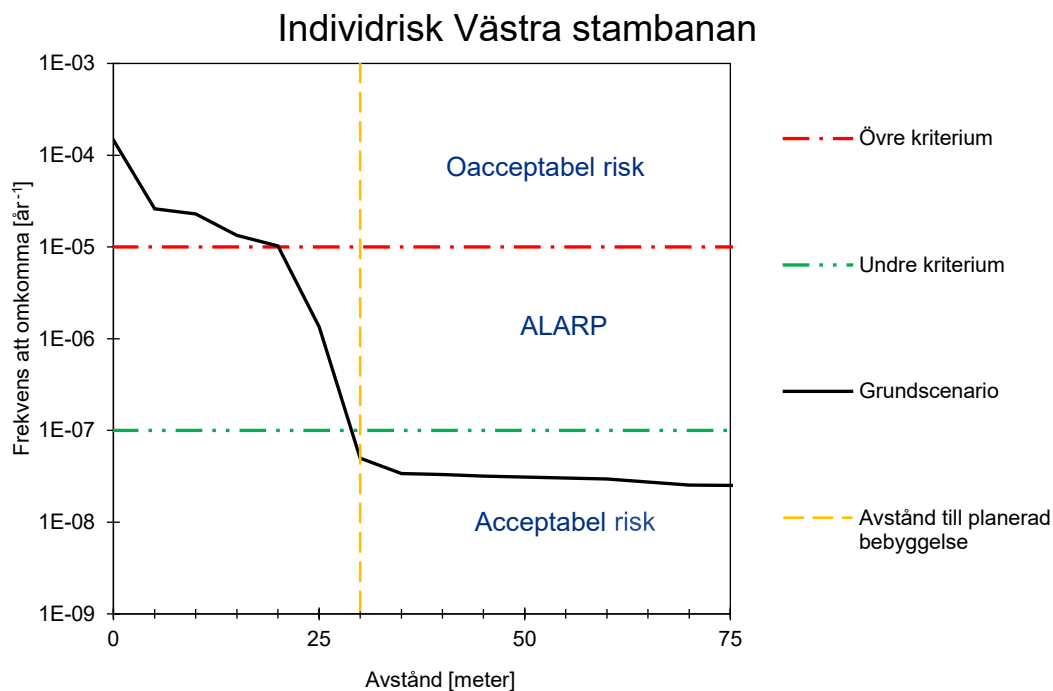
## 5. RISKANALYS

Riskanalysen har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarioer har vägts samman till riskmåttet individrisk och samhällsrisk för Västra stambanan. Därtill har den sammanvägda samhällsrisk för riskkällorna beräknats. I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

Frekvensberäkningar och konsekvensberäkningar presenteras i Bilagorna A respektive B (för järnväg). Riskberäkningar presenteras i Bilaga C.

### 5.1 Individrisk

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 9 nedan.

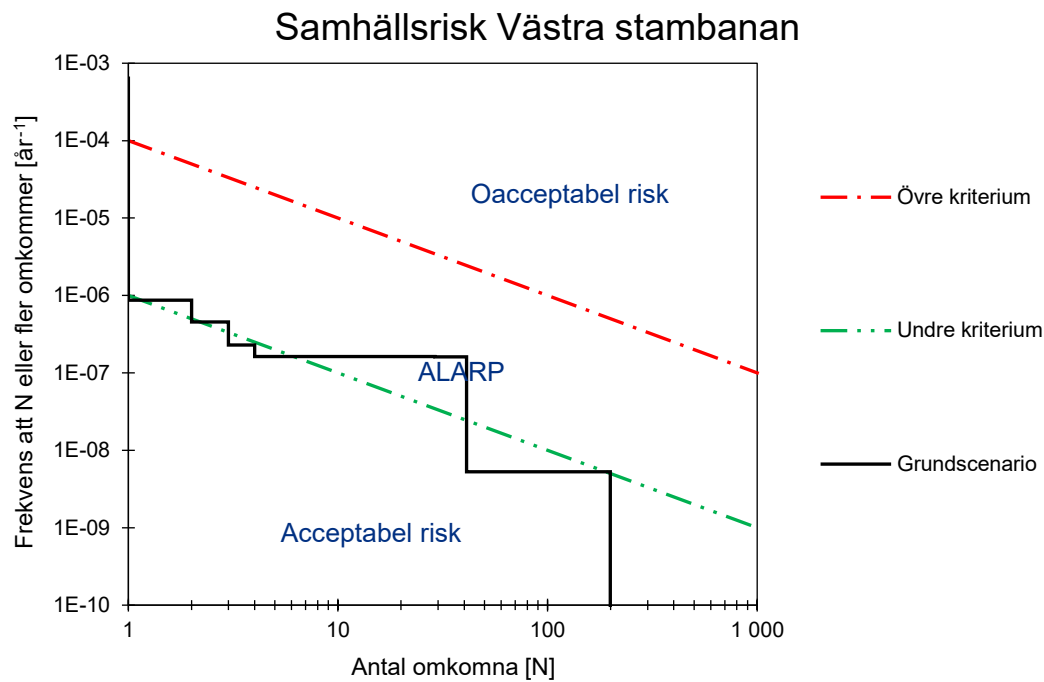


**Figur 9. Individrisknivå inom planområdet med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan.**

Vid 20 meter från Västra stambanan bedöms risknivån ligga inom kriteriet för oacceptabel risk. Individrisknivån ligger mellan ca 20 – 30 meter inom ALARP-området, inom vilket avstånd från Västra stambanan riskreducerande åtgärder ska vidtas för att minska risken i den mån som är rimlig i ett kostnads- och nyttoperspektiv. På ett avstånd över ca 30 meter hamnar grafen inom kriteriet för acceptabel risk. De förhöjda risknivåerna på detta avstånd från järnvägen bedöms till stor del drivas av potentiella olyckor med brännbara och giftiga gaser.

## 5.2 Samhällsrisk

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



**Figur 10. Samhällsrisiknivå med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan.**

Samhällsrisiken avseende Västra stambanan vid aktuellt område bedöms vara inom de lägre delarna av ALARP-området. Grafen visar att risken ligger på gränsen av det undre acceptanskriteriet mellan acceptabel risk och ALARP-området. Därefter så hamnar den i ALARP-området innan den vänder ner till acceptabel risk-området.

## 6. OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS

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

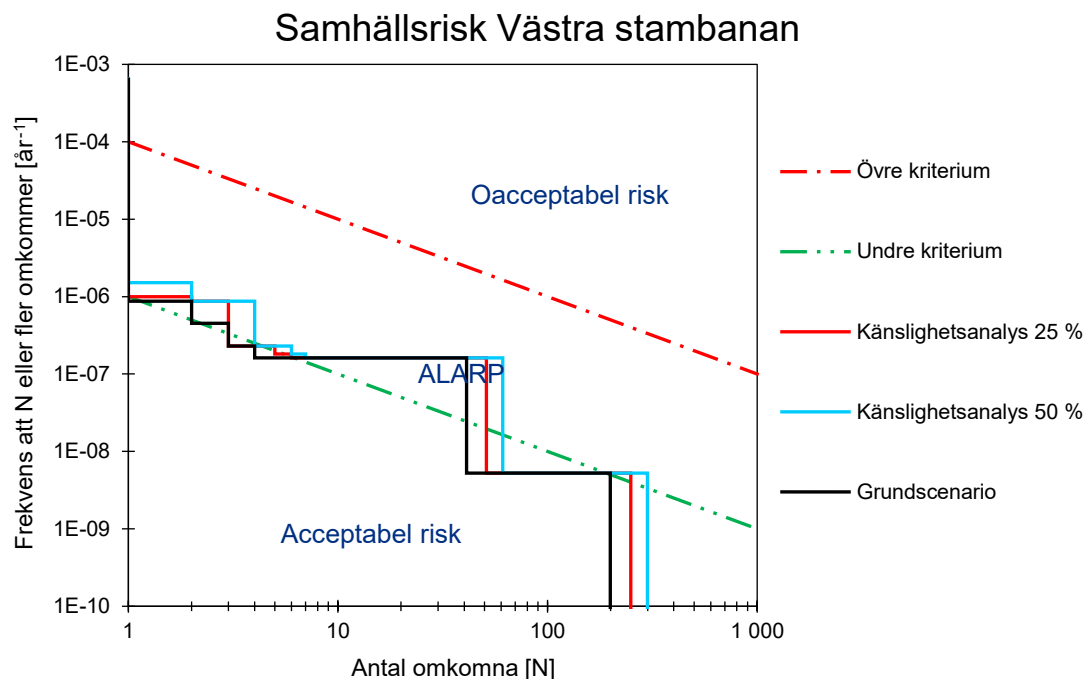
- Persontäthet längs aktuell väg-/järnvägssträcka
- Antal transporter med farligt gods

### 6.1 Persontäthet

Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsrisikberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario. Osäkerheten har hanterats genom att persontätheten har beräknats inom olika zoner från vägen som inrymmer bebyggelse i kombination med att olika typer av byggnader ger upphov till olika antaganden om vistelse på platsen, vilket avgör hur exponerad en person är för potentiella konsekvenser. De olika zonerna har beräknats med Lantmäteriets data över byggnader.

Antalet transporter av farligt gods har varierats för att undersöka hur risknivån påverkas av ett ökat antal transporter längst järnvägen. För att se hur persontätheten tagits fram se Bilaga C.

I Figur 11 presenteras den sammanvägda samhällsrisiken för båda riskkällorna vid 25 % och 50 % ökat antal transporter med farligt gods för Västra stambanan.



**Figur 11. Känslighetsanalys - ökad persontäthet i zonerna runt Västra stambanan med 25 % och 50 % högre befolkningstäthet.**

Samhällsrisiken ökar vid en högre persontäthet runt Västra stambanan. Risknivån ligger över nivån för acceptabel risk och inom ALARP-området till största del. Figur 11 visar att både konsekvenserna och sannolikheten för olycka ökar.

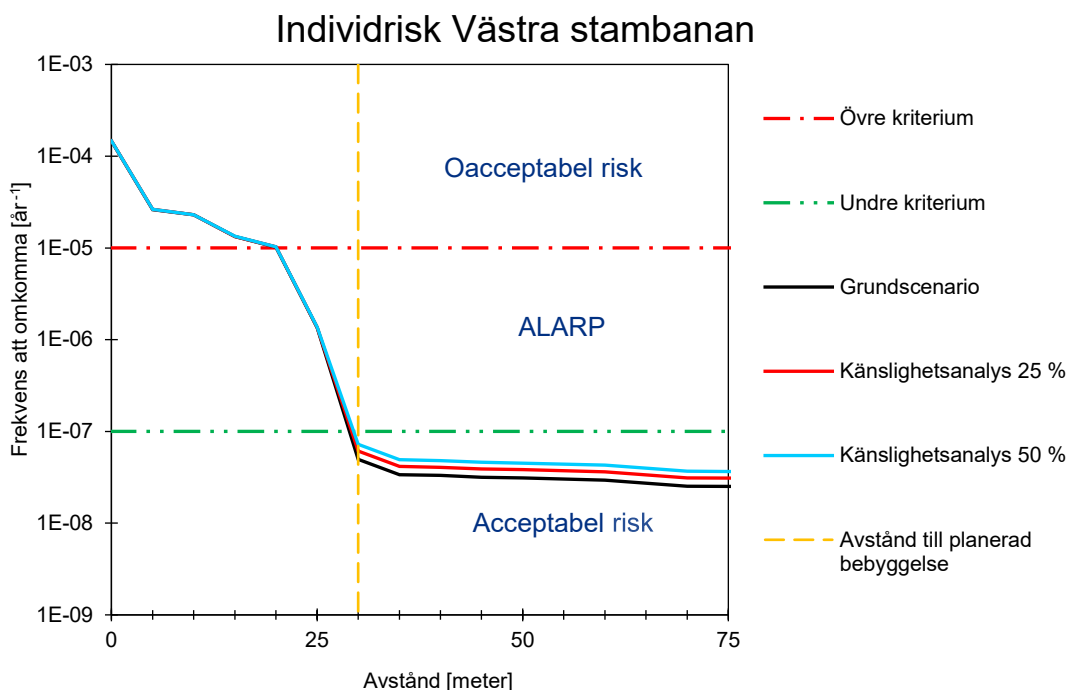
Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsrisikberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario. Osäkerheten har hanterats i grundscenariot genom att persontätheten i angränsande områden till planområdet generellt ansatts konservativt. En ökning av persontätheten kan antas tillkomma vid en vidare utveckling av området.

Då befolkningmängden har antagits konservativt i grundscenariot bedöms grundscenariot medföra en robust risknivå avseende befolkningstätheten. Aktuella planer bedöms medföra ett ringa tillskott till samhällsrisiken. Sammantaget bedöms den antagna persontätheten i grundscenariot utgöra ett övre troligt värde.

## 6.2 Antal transporter av farligt gods

Osäkerheten har hanterats genom att beräkna risknivåerna om transportererna skulle öka med 25 % och 50 %. I känslighetsanalysen undersöks påverkan på individrisiken och samhällsrisiken.

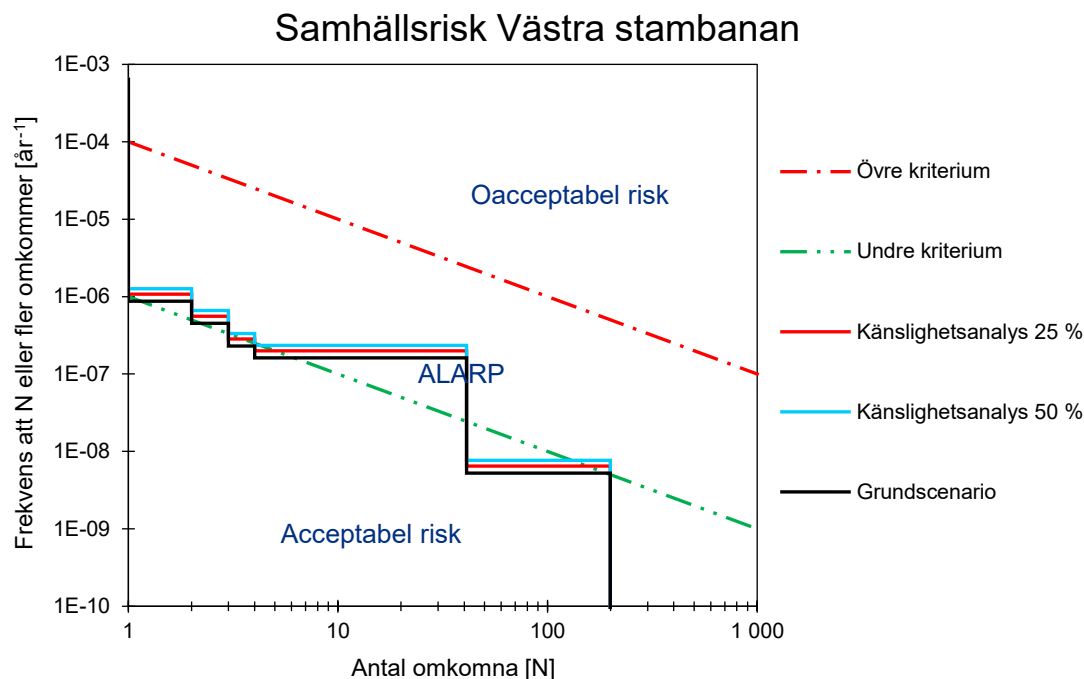
I Figur 12 illustreras individrisknivåerna för grundscenariot respektive de två känslighetsanalyserna med 25% respektive 50% ökat antal transporter av farligt gods för Västra stambanan.



**Figur 12. Känslighetsanalys - Individrisk avseende 25% och 50 % mer farligt gods på Västra stambanan.**

Grundscenariot (svart linje) representerar risken vid horisontåret. Linjen visar att risken minskar med ökat avstånd från vägen och passerar från oacceptabel risk till ALARP-området och vidare till acceptabel risk strax innan 30 meter. Med 25 % mer farligt gods (röd linje) illustreras hur individrisken påverkas om mängden farligt gods ökar med 25 procent. Där går det tydligt att urskilja en högre risknivå inom området för acceptabel risk. Det samma gäller för 50 % mer farligt gods (blå linje) det visar en ännu högre risknivå inom området för acceptabel risk.

För samhällriskens grundscenariot (svart linje) visar risken av transport av farligt gods på Västra stambanan vid horisontåret, se Figur 13. Med 25 % mer farligt gods (röd linje) och 50 % mer farligt gods (blå linje) visas att frekvensen ökar med fler transporter av farligt gods på Västra stambanan. Ökningen av frekvensen för 25 % och 50 % mer farligt gods ger en högre risknivå inom området för acceptabel risk och för ALARP-området.



**Figur 13. Känslighetsanalys - Samhällsrisk avseende 25% och 50 % mer farligt gods på Västra stambanan.**

Känslighetsanalyserna visar att det även med en ökning av persontäthet och transporter av farligt gods kommer att vara en risknivå som inte ligger långt ifrån grundscenariot. För individrisken så ligger den även med ökningen av farligt gods inom acceptabel risk vid ca 30 meter. För samhällsrisken så går den från att ligga på gränsen mellan acceptabel risk och ALARP-området till att hamna i den nedre delen av ALARP-området och kommer därför att behöva åtgärder.

## 7. RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

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

### 7.1 Värdering av risknivåer och känslighetsanalys

Resultaten från analysen visar att risknivån i området är inom acceptabla nivåer. Individrisknivån inom planområdet befinner sig inom acceptabelt område med avseende på järnvägen.

Sammantaget visar detta att individrisknivån kan anses vara acceptabel givet att rimliga åtgärder vidtas. Individrisknivån vid avståndet till den planerade bebyggelsen drivs till stor del av potentiella olyckor som härrör från brandfarliga vätskor (ämnesklass 3), brännbara gaser (ämnesklass 2.1) och giftiga gaser (ämnesklass 2.3). Rimliga åtgärder behöver vidtas för att reducera individrisknivån med avseende på olyckor med avseende som härrör från dessa ämnesklasser.

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

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

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

Olycksscenarioer som involverar utsläpp av brandfarliga vätskor innebär generellt ett konsekvensavstånd under 30 meter. Mellan planområdet och järnvägen ligger en ca 180 meter lång perrong som är ca 1 meter högre än spårområdet. Den bedöms hindra vätska att rinna mot planområdet och säkerställer att 30 meters skyddsavstånd upprätthålls från olycksplatsen för planerad bebyggelse. Perrongen utgör också ett skydd mot urspårning.

Olycksscenarioer som involverar utsläpp av gas innebär långa konsekvensavstånd och en betydande del av samhällsriskbidraget från järnväg. Sannolikheten för sådant utsläpp är mycket lågt.

## 7.2 Val för riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder väljs i första hand för att skydda mot potentiella olyckor med de ämnesklasser av farligt gods som står för det största riskbidraget. I aktuellt fall innebär det att åtgärder som begränsar konsekvenser vid olyckor med brandfarliga vätskor, brännbara gaser och giftiga gaser bör prioriteras.

Sedan tidigare utredning i PM [1] med preliminära beräkningar, framgår att de förhöjda risknivåerna för bebyggelsen i huvudsak går att hänföra till olyckor med giftiga och brandfarliga gaser samt brandfarliga vätskor. I den rekommenderas följande åtgärder:

- Markområdet inom 30 meter från Västra Stambanans närmsta spårmitt utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Markanvändning i form av ytparkering bedöms godtagbar i detta avseende.
- Fasaden och eventuellt även fönster som vetter mot Västra Stambanan utförs med brandteknisk klass.
- Friskluftsintag placeras så att de vänds bort från Västra Stambanan (söderut).
- Samtliga lokaler förses med utrymningsmöjlighet bort från Västra Stambanan (söderut).

Resultaten från slutgiltiga beräkningarna visar att individrisken är förhöjd fram till ca 30 meter från Västra Stambanan, vilket innebär att den inte påverkar planerad bebyggelse. Detta område (planerad bebyggelse) påverkas dock av samhällsrisken, som ligger inom ALARP-området och därmed anger att rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas. Sammantaget innebär detta att riskreducerande åtgärder för bebyggelsen bedöms vara nödvändiga att vidta i det aktuella fallet.

I enlighet med tidigare identifierade riskreducerande åtgärder kvarstår som relevant att vidta åtgärder för att skydda mot olyckor med brandfarliga vätskor (ämnesklass 3), brännbara gaser (ämnesklass 2.1) och giftiga gaser (ämnesklass 2.3). Tidigare förslagna åtgärder blir därmed aktuella att genomföra, för att minska risknivåerna för dessa typer av olyckor (och införa som planbestämmelser i plankartan).

Befintlig perrong utgör en viktig barriär som hindrar brandfarlig vätska att lämna spårområdet och utgör en förutsättning för bedömningen av lämpliga åtgärder.

De slutliga rekommendationerna för åtgärder är:

- Markområdet inom 30 meter från Västra Stambanans närmsta spårmitt utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Markanvändning i form av ytparkering bedöms godtagbar i detta avseende.
- Fasader mot Västra stambanan utförs med lägst brandteknisk klass EI 30 eller motsvarande.
- Friskluftsintag placeras så att de vänds bort från Västra Stambanan (söderut).
- Samtliga lokaler förses med utrymningsmöjlighet bort från Västra Stambanan (söderut).

Föreslagna åtgärder baseras på en kvalificerad bedömning utifrån konsekvensavstånd för olycksscenarier för de ämnesklasser som nämnts ovan. Val av åtgärder baseras även på Boverket och Räddningsverkets rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [9].

## 8. SLUTSATS

Resultaten visar att risknivåerna för planområdet är förhöjda och ligger inom ALARP-området. För individrisken så ligger byggnaden inom en acceptabel risk. För samhällsrisken ligger inom ALARP-området och där behöver det vidtas rimliga riskreducerande åtgärder.

Det är Bengt Dahlgren AB:s bedömning att risknivåerna är acceptabla om de rekommenderade riskreducerande åtgärderna genomförs.

## 9. REFERENSER

- [1] Bengt Dahlgren, "Risk-PM Godsmagasinstomten," Kristianstad , 2021.
- [2] Plan- och bygglag, *SFS: 2010:900*.
- [3] Miljöbalk, *SFS 1998:808*.
- [4] Länsstyrelsen Södermanlands län, "Farligt gods - hur man kan planera med hänsyn till risk för olyckor intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods," Nyköping, 2015.
- [5] Boverket, "Boverkets Byggregler (BBR) 2011:6".
- [6] Trafikverket, "Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg," [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Sakerhetsavstand-mellan-infrastruktur-ny-bebyggelse-samt-ovriga-anordningar/sakerhetsavstand-vid-byggande-intill-jarvag/>. [Använd 10 05 2021].
- [7] Gnesta kommun, "Planbeskrivning - Detaljplan för Gnesta 36:11 m.fl. fastigheter, Centrumkvarteret (Samråd)," Samhällsbyggnadsförvaltningen, Gnesta, 2025.
- [8] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering - Vägledning, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2018.
- [9] Räddningsverket och Boverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," 2006.
- [10] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omivningen, rapport 2001:05," Miljösektionen, Banverket, Borlänge, 2001.
- [11] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2045 – Trafikverkets Basprognoser 2024," 2024.
- [12] Trafikanalys, "Bantrafik 2020 - Statistik 2020," Trafikverket, Stockholm, 2020.
- [13] Health and Safety Commission (HSC), "Major Hazard Aspects of the Transport of Dangerous Substances," HMSO, 1991.
- [14] A. Sarrack, "Assessment of risk due to vehicle accident for the plutonium solution transfer from H-area to F-area," Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.
- [15] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagorna 1-5," 1997.
- [16] Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), "Farligt gods - riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.

- [17] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [18] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 33, nr 2, pp. 229-259, 1993.
- [19] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg," VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.
- [20] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Transporter av farligt gods - väg och järnväg," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.
- [21] Försvarets forskningsanstalt (FOA), *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.
- [22] Center for Chemical Process Safety (CCPS) of the American Institute of Chemical Engineers (AIChE), *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2000.
- [23] Statistiska centralbyrån (SCB), *Väder - Statistisk årsbok 2011*, 2011.
- [24] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), *RIB sök - propan, hämtad: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1> [2017-05-29]*.
- [25] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.
- [26] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Guidelines for quantitative risk assessment CPR 18E (the 'Purple Book')," 1999.
- [27] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Methods for the determination of possible damage CPR 16E (the 'Green Book')," 1990.

## BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

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

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

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

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

## Frekvens av urspårning

Urspårningsfrekvenser beräknas enligt VTI-modellen anpassad för järnväg [10]. Indata i beräkningarna gällande verksamhetens art redovisas i Tabell C-0-2. Övriga indata finns redovisad i [10].

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

Variabel	Använt värde
Studerad sträckas längd	1 km
Antal spår	3
Antal växlar	3
Antal persontåg per genomsnittsdyn (ÅDT)	124
Antal godståg per genomsnittsdyn (ÅDT)	15
Antal vagnar per persontåg	6
Antal vagnar per godståg	30
Axelantal per vagn (snitt)	4

Det totala förväntade antalet urspårningar per år med en farligt gods-vagn på aktuell sträcka blir enligt beräkningen med ingångsvärden enligt ovan 6,85E-04.

## Fördelning av ämnesklasser (RID-S)

Trafikprognos för aktuell järnvägssträcka med horisontår 2045 är hämtad från Trafikverket [11]. Uppgifter om transporter av farligt gods efter fördelning mellan klasser enligt TRAFKA [12].

**Tabell C-0-3. Fördelning av antal transporterade godsvagnar som innehåller respektive RID-S klass.**

RID-S klass	Antal vagnar/år på järnvägsspåret intill området
1 Explosiva ämnen och föremål	0,00%
2.1 Brandfarliga gaser	22,83%
2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas	0,82%
2.3 Giftiga gaser	7,61%
3 Brandfarliga vätskor	32,88%
4 Brandfarliga fasta ämnen	2,39%
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	12,85%
6 Giftiga och smittfarliga ämnen	1,64%
7 Radioaktiva ämnen	0,01%
8 Frätande ämnen	18,43%
9 Övriga farliga ämnen	0,53%

## Händelseträdsmetodik – olyckor på järnväg

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

## Mekanisk påverkan

Urspårning kan, utan utsläpp av något ämne, medföra påverkan på människor som befinner sig intill järnvägen. Vilka personer som riskerar att påverkas beror på hur långt från spåret de urspårade vagnarna hamnar. Fördelningen mellan avstånd som tågagnar hamnar på vid urspårningar är hämtad från [10] och redovisas i Tabell C-0-4 nedan.

**Tabell C-0-4. Redovisar sannolikhetsfördelning över vilket avstånd från spårmittpunkt som tågagnar hamnar vid urspårning [10].**

Tågtyp / Avstånd från spårmittpunkt	0–5 meter	5–15 meter	15–25 meter	>25 meter
Resandetåg	96 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	91 %	5 %	2 %	2 %

## RID-S klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

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

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt HMSO sker en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka i 0,2 % av fallen [13].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i godsvagnar som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för en brand i godsvagnen i samband med en olycka ansätts till 2 % [14]. Värdet är framtaget för sannolikheten av brand i en lastbil vid olycka och anses vara ett konservativt antagande för tåg. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten antas till 50 % [15].

## Transporterad mängd

Den maximala transportmängden av ämnesklass 1 på järnväg ansätts till 25 ton [15]. Det bedöms däremot vara osannolikt att en transport innehåller så stora mängder av säkerhetsskäl samt att det sällan finns anledning att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporterarna förväntas endast inrymma några hundra kilo. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexlosion presenteras i Tabell C-0-5 nedan.

**Tabell C-0-5. Fördelning explosionslast vid olycka med RID-S klass 1.**

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

## RID-S klass 2 – Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods varierar beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet. Sannolikheten för att en tjockväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är cirka 0,02 [10].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage som följd av olycka ansätts enligt Tabell C-0-6 nedan [16] [17].

**Tabell C-0-6. Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med RID-S klass 2.**

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

## Klass 2.1 Brännbara gaser

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

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

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 0 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på järnväg. Motsvarande värden är 20 respektive 50 % för utsläpp av mer än 1500 kg [18]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

**Tabell C-0-7. Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med RID-S klass 2.1.**

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

<i>Utsläppsstorlek</i>	<i>Olycksscenario</i>	<i>Sannolikhet</i>
Medelstort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %
Stort	Jetflamma	15 %
	Gasmolnsexplosion	25 %
	Ingen antändning	60 %

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

## RID-S klass 3 – Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor.

Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheten för att en tunnväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är 0,3 [10]. Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [19]. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [13].

**Tabell C-0-8. Sannolikhetsfördelning av pölstorlek och sannolikhet för antändning vid olycka med RID klass 3.**

<i>Utsläppsstorlek</i>	<i>Storlek</i>	<i>Sannolikhet</i>	<i>Sannolikhet för antändning</i>
Litet	50 m <sup>2</sup>	62,5 %	3,3 %
Medelstort	200 m <sup>2</sup>	20,8 %	3,3 %
Stort	400 m <sup>2</sup>	16,7 %	3,3 %

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

## RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

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

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensen) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [20]. Sannolikhet för utsläpp av ammoniumnitrat förutsätts motsvara sannolikhet för utsläpp i tunnväggig godsvagn d.v.s. 30 % [10]. Sannolikheten för utsläpp/förekomst av organiskt material samt efterföljande blandning av organiskt material och ammoniumnitrat antas uppgå till 1 %. Sannolikheten för antändning antas till 3,3 % [13] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår vid godsvagnen som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [14], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1 %.

## Transporterad mängd

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

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [15]. Med antagandet att maximalt 400 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 3 ton. Det förutsätts konservativt att detta motsvarar en explosionslast om 3 ton TNT.

Mängden transporterat material fördelas enligt nedanstående tabell:

**Tabell C-0-9. Fördelning explosionslast vid olycka med RID klass 5.**

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

## RID Klass 6 – Giftiga och smittfarliga ämnen

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

## RID Klass 8 – Frätande ämnen

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

## BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

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

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

### RID-S klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [21].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [21]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20-40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [15].

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

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. [22] I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT.

### RID-S klass 2

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

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [19].

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7 °C [23].

### RID-S klass 2.1

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

Följande skadekriterier [21] [24] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

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

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

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

## RID-S klass 2.3 – Giftig gas

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

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [17].

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

## RID-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [25].

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

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

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

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> för varaktighet 1 minut [21]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m<sup>2</sup> förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få andra gradens brännskador, men alla som får andra gradens brännskador omkommer inte.

## **RID-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider**

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

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

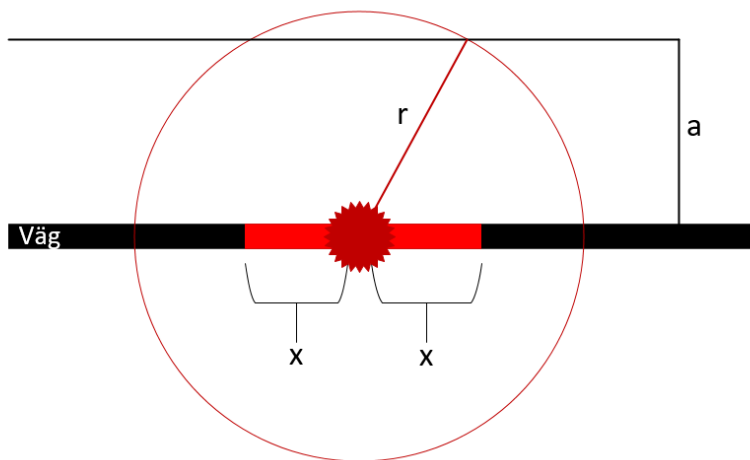
Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10–15 meter i de båda klasserna.

## BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

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

### Individrisk

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längs en sträcka om 1 kilometer som i de flesta fall är längre än olycksscenariernas konsekvensavstånd. Frekvensen för respektive olycksscenario måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur 14 och Ekvation 1.



**Figur 14. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.**

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

Ekvation 1

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

## Samhällsrisk

I detta avsnitt återges indata för beräkning av samhällsrisknivån. Vid beräkningar av samhällsrisknivåer har en vägsträcka om 1 kilometer förbi planområdet studerats [16].

Aktuellt område består primärt av tätortsbebyggelse med centrum i söder om Västra stambanan. Norr om Västra stambanan är det till största del vatten bortsett från området närmast spåret som består av verksamheter och där det i den nord östra delen finns bostäder. Södra delen av området har en centrumbebyggelse närmast spåret med en centralstation för tåg och buss, verksamheter och flerbostadsbebyggelse. Där det desto längre från Västra stambanan man kommer övergår till en glesare trädgårdsstad med villor.

Persontätheterna längs den 1 kilometer långa sträckningen ansätts i zoner enligt Figur 15 nedan.



**Figur 15. Zonindelning längs den 1 kilometer långa sträckningen förbi planområdet.**

Beskrivning av den planerade bebyggelsen och bebyggelse i angränsade områden återges i områdesbeskrivningen i denna handling. I Tabell C-0-1 nedan sammanställs de persontätheter som ansätts i respektive zon.

**Tabell C-0-1. Persontäthet i respektive zon längs järnväg.**

	<i>Område norr</i>	<i>Område söder</i>
<b>Zon 1</b>	<b>0–10 meter</b>	<b>0–10 meter</b>
Karaktär	Perrong, dike, parkering och väg	Perrong, dike, väg och parkering
Persontäthet [pers./km <sup>2</sup> ]	0	1200
<b>Zon 2</b>	<b>10–30 meter</b>	<b>10–30 meter</b>
Karaktär	Verksamheter	Centrumverksamheter och bostäder
Persontäthet [pers./km <sup>2</sup> ]	700	500
<b>Zon 3</b>	<b>30–60 meter</b>	<b>30–60 meter</b>
Karaktär	Vatten, verksamheter och bostäder	Centrumverksamheter och bostäder
Persontäthet [pers./km <sup>2</sup> ]	300	1800
<b>Zon 4</b>	<b>Bortom 60 meter</b>	<b>Bortom 60 meter</b>
Karaktär	Vatten och bostäder	Bostäder och grönområden
Persontäthet [pers./km <sup>2</sup> ]	1200	1200

Persontätheterna har beräknats med hjälp av Lantmäteriets data över byggnader för zon 1 – 3. För zon 4 har befolkningsstatistik från SCB på DeSo nivå använts för att få fram befolkningstätheten på en yta för att sedan anpassa det till ytan som finns inom zon 4.

## Viktning av persontäthet

Personer som bor och/eller arbetar inom ett område befinner sig inte konstant inom detta område. Detta har beaktats i den kvantitativa bedömningen. Av boende antas 100% av personer befinna sig i området mellan kl. 17-07 och 20% mellan kl. 07-17. Detta medför en genomsnittlig närvaro om 67% över tid. I kontor antas 0% av personer befinna sig i området mellan kl. 17-08 och 100% mellan kl. 08-17. Antalet arbetsdagar per år är cirka 225 (250 vardagar, minus 5 veckors semester). Detta medför en genomsnittlig närvaro om 23% över tid.

## Personer inomhus respektive utomhus

Personer som befinner sig i den studerade kvadratkilometern är antingen helt oskyddade mot olyckor som kan ske på de studerade riskkällorna eller skyddade i olika utsträckning. Detta beror på huruvida personerna som riskerar att påverkas är fritt exponerade för potentiella konsekvenser som kan inträffa eller ifall det finns någon form av barriär mellan olycksplatsen och personerna. Beroende på vilken olycka som inträffar kan konsekvenser variera kraftigt. På grund av detta varierar även effekten av barriärer beroende på vilken typ av olycka som inträffar. [26]

En typ av barriär som kan skydda personer i det studerade området är fysiska barriärer. För en person som är utomhus kan t.ex. en byggnad utgöra en fysisk barriär som reducerar konsekvensens påverkan. En byggnad kan också fungera som en fysisk barriär för personer som befinner sig inuti byggnaden. [26]

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

I beräkningarna förutsätts att olyckor som härrör från gaser påverkar personer som befinner sig inomhus med 10 % av den konsekvens som påverkar personer som befinner sig fritt exponerade utomhus. Om friskluftsintag placeras högt eller på skyddat läge från riskkällorna ökar den riskreducerande effekten av att befinna sig inomhus. I beräkningarna har ingen annan hänsyn tagits till att personer befinner sig inomhus och samtliga inom det studerade området antas således befinna sig utomhus, fritt exponerade för olyckor inom övriga ämnesklasser. [26] [27]