

## Riskanalys

Södra station, Örebro

Slutrapport

2019-07-05

**Dokumenttyp:** Riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Södra station, Örebro  
Örebro kommun

**Uppdragsnummer:** 109876  
**Datum:** 2019-07-05  
**Status:** Slutrapport  
**Uppdragsledare:** Rosie Kvål  
**Handläggare:** Erik Hall Midholm  
Tel: 08-588 188 60  
E-post: erik.midholm@brandskyddslaget.se

**Uppdragsgivare:** Stadsbyggnad Örebro kommun

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2017-03-03	EMM	LSS	Granskningshandling
2017-05-05	EMM	LSS	Slutrapport utgåva 1
2019-07-05	EMM	LSS	Slutrapport utgåva 2

## Sammanfattning

Det pågår en utredning om möjligheten att utveckla och exploatera området Södra station i Örebro. Utvecklingen av området utgör en del i att förverkliga och komma vidare i stadsutvecklingen utmed järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik. Planen syftar till att Södra station blir en tågstation omgiven av ny bebyggelse medan största delen av Eugenparken bevaras. Ny bebyggelse föreslås på båda sidor om järnvägen.

Eftersom järnvägen går rakt genom planområdet behöver riskerna från järnvägstrafiken hanteras. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag av Örebro kommun att göra en riskanalys för den tänkta exploateringen. Riskanalysen kommer att studera riskbilden för befintlig järnväg samt med hänsyn till ett framtida spårområde med tillkommande spår för höghastighetsjärnväg.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås. Riskanalysen ska utgöra underlag för ny detaljplan.

På järnvägen förekommer trafik med både persontåg och godståg (inkl. transporter av farligt gods). En detaljerad analys av möjliga risker har gjorts utifrån förutsättningen att det kan förekomma transporter av ämnen ur samtliga farligt godsclasser på järnvägen. Risknivån har beräknats i form av individrisk och samhällsrisk och har genomförts för ett nollalternativ samt ett utbyggnadsalternativ för området. Riskanalysen studerar tre olika trafikscenarier: *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

Den planerade bebyggelsen inom planområdet innebär att risknivån blir så omfattande att riskreducerande åtgärder rekommenderas. De olycksrisker som i huvudsak innebär en hög risknivå förknippas med transporter av brännbara och giftiga gaser. Olycksrisker förknippade med övriga farligt godstransporter samt urspårning och tågbrand bedöms ha en relativt begränsad påverkan på risknivån.

Med anledning av den höga risknivån inom området samt aktuella avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd föreslås att byggnadstekniska säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att sänka risknivån så att planerad markanvändning blir acceptabel. Ett antal säkerhetshöjande åtgärder har studerats. De åtgärder som föreslås nedan är de som bedömts rimliga att genomföra med hänsyn till den riskreducerande effekten och begränsning av planerade verksamheter avseende bland annat syfte, funktion och kostnad.

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas. Avstånden mäts från spårmittpå närmaste befintliga genomgående spår (inom parentes anges motsvarande avstånd till närmaste nya spår utifrån förutsättningen att nya spår placeras ca 7 meter i sidled från närmaste befintligt spår):

- Nya parkeringshus placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 15 meter (8 meter till nytt spår). Skyddsavståndet avser även parkeringsgarage under mark.
- Nya kontorsbyggnader placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 20 meter (13 meter till nytt spår).
- Ytor mellan bebyggelse och järnvägen ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering. Exempel på markanvändning som inte bör placeras närmast riskällorna är lekplatser, uteserveringar, torgytor och utegym m.m.
- Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste genomgående spår (23 meter till nytt spår).
- För byggnader som vetter direkt mot järnvägen utan framföriggande bebyggelse ska följande åtgärder vidtas:
  - Utrymningsvägar placeras så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på järnvägen. För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.
  - I parkeringshus inom 30 meter från järnvägen ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster bör undvikas alternativt ska de utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.
  - I kontorsbyggnader ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster och glaspartier ska utformas för att förhindra splitterverkan vid explosion med karakteristiska tryck och impulstäthet motsvarande stor gasmolnexplosion 20 m från fasaden. Fönster ska utföras i lägst härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under 30 minuter.
  - Friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande ska placeras mot trygg sida, d.v.s. bort från riskälla alternativt på byggnadernas tak. För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.
  - Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell). För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.

För obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (torgytor, uteserveringar, lekplatser, utegym m.m.) inom 30 meter från järnvägen och som inte är avskärmade av framförliggande bebyggelse ska följande åtgärder vidtas:

- Utrymning ska vara möjlig bort från järnvägen utan att t.ex. bakomliggande bebyggelse innebär långa gångavstånd utmed järnvägen.
- Avskärmade barriär ska utföras mellan järnväg och aktuella ytor för att skydda mot brandpåverkan. Barriären ska vara minst 3 meter hög och utföras i obrännbart material (tät i underkant).
- Urspårningsskydd ska utredas om avstånd till närmaste genomgående spår understiger 15 meter.

De rekommenderade åtgärderna innebär en kraftig reduktion av samhällsrisken. Åtgärderna medför att planerad bebyggelse och markanvändning inom planområdet får en mycket begränsad påverkan på samhällsrisken för det aktuella planområdet och dess omgivning.

Observera att åtgärderna endast utgör förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder i samband med framtida planarbete. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900).

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>7</b>
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte .....	7
1.3 Omfattning.....	7
1.4 Underlag .....	7
1.5 Internkontroll.....	7
1.6 Förutsättningar .....	8
<b>2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET</b> .....	<b>9</b>
2.1 Områdesbeskrivning.....	9
2.2 Planerad bebyggelse Södra stationsområdet.....	10
<b>3. RISKINVENTERING</b> .....	<b>11</b>
3.1 Allmänt – Identifiering av riskkällor.....	11
3.2 Godsstråket genom Bergslagen (järnväg).....	11
<b>4. INLEDANDE RISKANALYS</b> .....	<b>16</b>
4.1 Metodik.....	16
4.2 Identifiering av olycksrisker .....	16
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk .....	16
4.4 Slutsats inledande riskanalys .....	19
<b>5. FÖRDJUPAD RISKANALYS</b> .....	<b>20</b>
5.1 Metodik.....	20
5.2 Resultat riskberäkningar .....	23
5.3 Värdering av risk .....	26
5.4 Hantering av osäkerheter .....	27
<b>6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>30</b>
6.1 Allmänt.....	30
6.2 Diskussion kring åtgärder .....	30
6.3 Förslag till säkerhetskörande åtgärder – sammanställning.....	37
<b>7. SLUTSATSER</b> .....	<b>39</b>
<b>8. BILAGOR</b> .....	<b>39</b>
<b>9. REFERENSER</b> .....	<b>40</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Kommunfullmäktige i Örebro kommun antog 25 mars 2015 fördjupning av översiktsplan för Järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik. Kommunen vill utveckla området längs järnvägen, minska järnvägens störningar och barriäreffekt och skapa ett bättre resecentrum. Syftet med planen är att utveckla staden, förändra resecentrum och andra mötesplatser i området kring järnvägen.

Parallellt med framtagandet av den fördjupade översiktsplanen har Trafikverket genomfört en åtgärdsvalsstudie som syftar till att säkerställa en väl fungerande och attraktiv järnvägsanläggning genom och i Örebro för person- och godstrafik med bäring på att klara kapaciteten för ett scenario år 2050. Den fördjupade översiktsplanen tar höjd för maxalternativet i åtgärdsvalsstudien som omfattar tre spår över Svartån och plattformar vid Södra station. Mark närmast spåren reserveras därför för att möjliggöra fler spår i framtiden.

För att förverkliga planen och komma vidare i stadsutvecklingen har järnvägsområdet delats in i sex delprojekt: Söder om södra station (delar av Aspholmen och Gustavsvik), Södra station, Vasatorget, Resecentrum inklusive postterminalen, Norr om resecentrum (Svampenterminalen och del av Holmen) samt Östra Bangatan.

Denna handling omfattar delprojekt Södra station. Planen syftar till att Södra station blir en tågstation omgiven av ny bebyggelse medan största delen av Eugenparken bevaras. Ny bebyggelse föreslås på båda sidor om järnvägen.

Eftersom järnvägen går rakt genom planområdet behöver riskerna från järnvägstrafiken hanteras. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag av Örebro kommun att göra en riskanalys för den tänkta exploateringen. Riskanalysen kommer att studera riskbilden för befintlig järnväg samt med hänsyn till ett framtida spårområde med tillkommande spår för höghastighetsjärnväg.

### 1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

### 1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på järnvägen omfattas inte av analysen.

### 1.4 Underlag

Underlag för riskanalysen utgörs i huvudsak av:

- Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik /1/
- Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 8 - Referenser.

### 1.5 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Signatur i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

## 1.6 Företsättningar

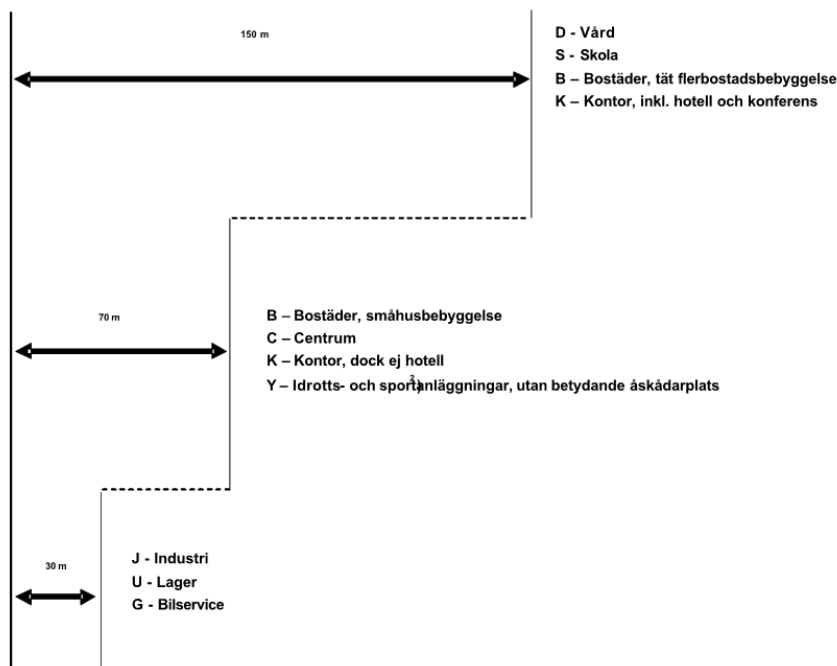
### 1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

I Sverige finns inga nationellt fastställda riktlinjer för hur risker med farligt gods ska värderas inom samhällsplanering. Flera länsstyrelser har tagit fram riktlinjer och vägledningar för riskhänsyn i samhällsplaneringen och planläggning intill transportleder för farligt gods.

**Länsstyrelsen i Örebro län:** Länsstyrelsen har inte upprättat några egna riktlinjer utan använder sig av den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods som upprättats gemensamt av länsstyrelserna i Stockholm, Västra Götaland och Skåne län /2/ samt rapporten *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)* /3/ som har upprättats av Länsstyrelsen i Skåne län.

Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I RIKTSAM presenteras riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1. Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitt.



Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /3/.

**Trafikverket:** Trafikverket (tidigare Banverket) har tagit fram generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter /4/. Enligt dessa råd bör ny bebyggelse generellt inte tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen (närmaste spårmitt). Detta ger ett skyddsavstånd för farligt gods vid urspårning samt utrymme för eventuella räddningsinsatser. Avståndet medger även komplettering av riskreducerande åtgärder samt möjliggör viss utveckling av järnvägsanläggningen.



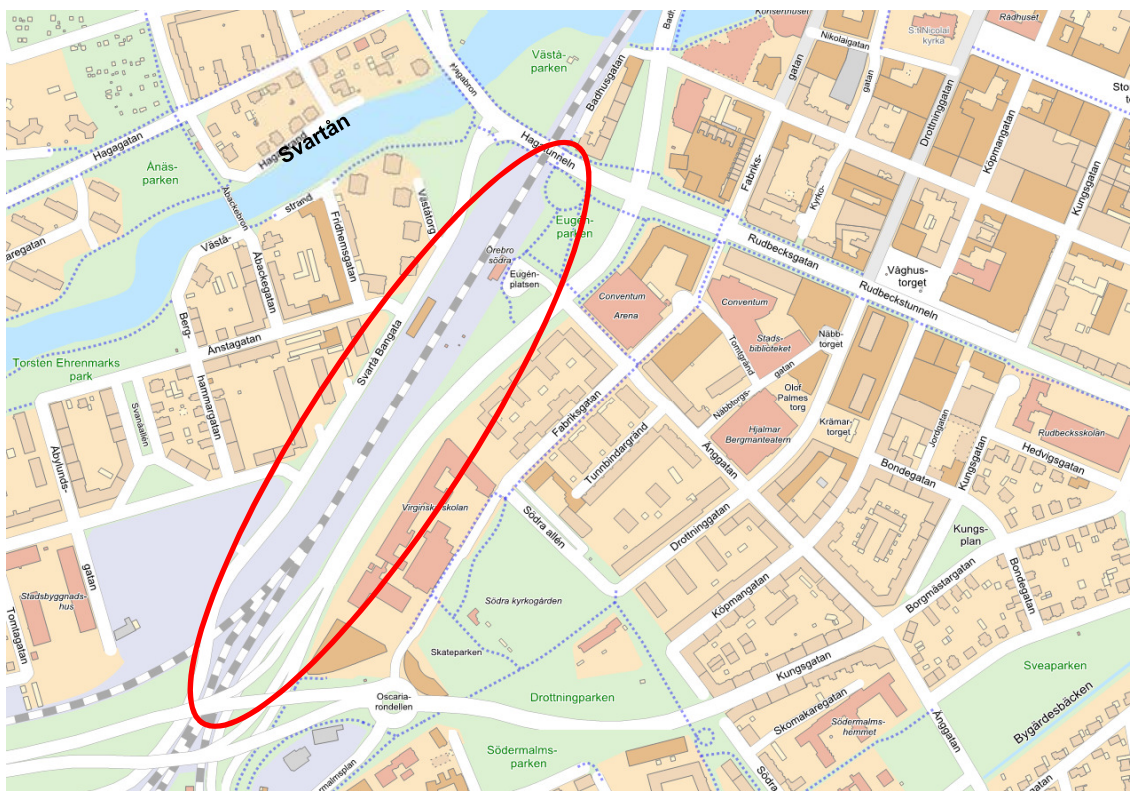
Trafikverkets generella råd omfattar även riktlinjer avseende avstånd till olika verksamheter som utöver risk även beaktar andra parametrar, t.ex. buller, luftkvalitet, vibrationer och elektromagnetiska fält.

Trafikverket förtydligar i sin rapport att avstånden inte utgör fasta regler utan verksamhetens lokalisering är en bedömningsfråga från fall till fall.

## 2. Översiktlig beskrivning av området

### 2.1 Områdesbeskrivning

Det studerade området ligger i centrala Örebro. Området omfattar markområden på båda sidor om järnvägen (Godsstråket genom Bergslagen) och avgränsas av Svartå Bangata i väster och Östra Bangatan i öster. Området ligger i anslutning till tågstationen Södra station (se figur 2.1).



Figur 2.1. Området för stadsutveckling vid Södra station, Örebro.

I dagsläget omfattar det aktuella området huvudsakligen obebyggda grönytor (Eugénparken och Väståsparken) samt markparkering. Området ligger i nivå med järnvägen.

Kringliggande bebyggelse väster och öster om området består till stor del av flerbostadshus, kontorsbebyggelse, handel samt multiarenan Conventum Arena. Söder om området ligger ett industriområde väster om järnvägen och på motstående sida ligger Virginska skolan.

### 2.1.1 Omgivande planer

Enligt tidigare utgör det aktuella området ett av sex delprojekt för den fördjupade översiktsplan som upprättats för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik /1/. Ingen av dessa planer innebär etablering av verksamheter som kan medföra risk för det område som studeras i denna analys. En större exploatering med förtätning utmed järnvägen kan dock komma att påverka samhällsrisken. Den planerade utbyggnaden av järnvägen kommer att innebära en förändrad trafiksituation, vilket i sin tur kan påverka riskbilden inom området. Detta beskrivs ytterligare i avsnitt 3.2.

Det har inte identifierats några andra omgivande planer i närområdet som innebär tillkommande riskkällor som bedöms kunna påverka riskpåverkan för det studerade området.

## 2.2 Planerad bebyggelse Södra stationsområdet

Inom det studerade området planeras för en utveckling av Södra station samt ny bebyggelse som binder ihop stationen med övriga staden, se figur 2.2.



Figur 2.2. Illustrationsplan för ny bebyggelse samt lösningar för gång och cykel, taxi, bil och buss, service för resande samt vistelseytor (Stadsbyggnad Örebro kommun, daterad 2019-06-27).

Öster om järnvägen så bevaras den största delen av Eugénparken och utvecklas som park. Söder om Eugénplatsen planeras ny bebyggelse i form av tre byggnader i 6-16 våningsplan för kontor, centrumverksamhet samt undermarksparkering. I anslutning till den nya bebyggelsen planeras torgytor.

Även väster om järnvägen planeras ny kontorsbebyggelse i 8-12 våningsplan i planområdets norra del. De befintliga parkeringsytorna framför de nya kontorshusen behålls. I planområdets södra del föreslås att befintliga grönytor ersätts med ny markparkering samt ett parkeringshus.

Den planerade kontorsbebyggelsen föreslås omfatta sammanlagt ca 50 000 m<sup>2</sup> BTA.

Vidare planeras en planskild gångpassage under spåren. Hagatunneln föreslås dessutom byggas om med dubbelriktade gång- och cykelbanor.

## 3. Riskinventering

### 3.1 Allmänt – Identifiering av riskkällor

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området.

Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området. Utifrån gällande riktlinjer (se avsnitt 1.6.1) avgränsas inventeringen till riskkällor inom 150 meter från planområdet.

Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

I aktuellt projekt har enbart järnvägen (Godsstråket genom Bergslagen) identifierats som riskkälla. Denna ligger inom det studerade området.

### 3.2 Godsstråket genom Bergslagen (järnväg)

#### 3.2.1 Allmänt

Godsstråket genom Bergslagen är en järnvägslinje som går genom Bergslagen, Närke och Östergötland mellan Storvik och Mjölby. Banan är huvudsakligen enkelspårig, men det finns dubbelspåriga partier, bl.a. genom Örebro.

Längs den aktuella sträckan där järnvägen passerar genom det studerade området är spåren raka utan växlar mellan spåren. Enligt tidigare ligger tågstationen Södra station inom området.

Järnvägen trafikeras av både persontåg (regionaltåg) och godståg.

Hastighetsbegränsningen på järnvägen genom Örebro är 110 km/h för persontåg och 100 km/h för godståg. Hastigheten för persontåg är dock generellt lägre då samtliga tåg stannar vid Örebro Central som ligger ca 1 km norr om studerat område och en stor andel dessutom stannar vid Södra station.

#### Framtid

Järnvägen kan behöva byggas ut i framtiden för att tillgodose nya tågförbindelser och tågssystem, till exempel snabbtåg på sträckan Oslo-Stockholm och ett större tågutbud mellan Örebro, Karlskoga och Karlstad. Järnvägen kan komma att trafikeras med både snabbtåg, regionaltåg och pendeltåg samt godståg.

Trafikverket har genomfört en åtgärdsvalsstudie för Järnvägen i Örebro /5/. Studien är kopplad till Örebro kommuns arbete med den fördjupade översiktsplanen för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik. Syftet med åtgärdsvalsstudien är att säkerställa en väl fungerande och attraktiv järnvägsanläggning genom Örebro för person och godstrafik med bäring på att klara kapacitet för ett scenario år 2050.

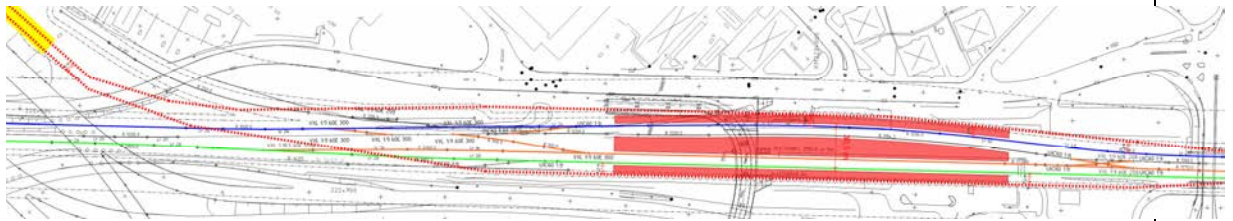
I åtgärdsvalsstudien analyseras olika framtida utformningar av järnvägsanläggningarna utifrån en tänkt framtida trafikering och anslutningar mot industrispår samt den tänkta tågdepån för regionaltåg i Aspholmen. Studien föreslår en inriktning för fortsatt arbete där alternativet inte innebär fler spår över Svartån men däremot förlängs plattformarna på Södra station och dessutom byggs en planskild anslutning till plattformarna för att öka trafiksäkerheten.

Enligt den fördjupade översiktsplanen anges dock att Örebro kommun ser ett fortsatt framtida behov av ytterligare spår över Svartån liksom genom hela Örebro för att på sikt kunna öka kapaciteten och möjliggöra för ett framtida snabbtåg. Därför reserveras mark närmast spåren för att möjliggöra fler spår i framtiden.

Den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska passera genom Örebro kommun. Kommunen har tillsammans med kommunerna i Kristinehamn, Karlskoga och Lekeberg fått konsultstöd från företaget Norsk Bane för att göra en utredning som visar en möjlig sträckning av järnvägen genom dessa kommuner. Förslaget innebär att höghastighetsbanan dras parallellt med befintliga spår genom Örebro stadskärna.

I figur 3.1 redovisas föreslagen spårdragning i höjd med Södra station. De nya spåren placeras minst 7,2 meter från närmaste befintliga spår i sidled.

Söder om området viker höghastighetsbanan av västerut vilket innebär att det östra spåret ska passera befintliga spår på en brokonstruktion. Föreslagen spårutformning innebär att båda nya spåren planeras att gå på bro genom det aktuella planområdet. Brokonstruktionerna börjar strax söder överfarten över Hertig Karls Allé och har en lutning på 2 %.



*Figur 3.1. Förslag till utformning av spårområde i höjd med Södra station vid utbyggnad av höghastighetsbana (Arbetsmaterial daterat 2019-03-28).*

*Blåa och gröna markeringar visar befintliga genomgående huvudspår.*

*Rödprickade markeringar visar höghastighetsbanans nya spår.*

Kommunens strategi är att på sikt att flytta godstågstrafiken till ett yttre godsspår utanför staden för att på så sätt minska bullerstörningarna och förbättra förutsättningarna att utveckla järnvägsområdet med bebyggelse närmare spåren.

Det råder dock stor osäkerhet kring godstrafiken och även vad en snabbtågsförbindelse genom staden innebär. Med anledning av osäkerheterna kring den framtida trafiksituationen på järnvägen kommer riskanalysen att studera tre olika scenarier:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Nuläge:</b>            | Befintligt spårområde och dagens trafikmängd med både person- och godståg   |
| <b>Framtid utan gods:</b> | Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av enbart persontåg. Godstrafik flyttas till ett yttre godsspår utanför staden. |
| <b>Framtid med gods:</b>  | Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av både person- och godståg.  |

Enligt uppgifter från Trafikverket väntas hastighetsbegränsningen för en utbyggd järnväg kunna ökas till 130 km/h för persontåg. Hastighetsbegränsningen för godståg förblir 100 km/h.

### 3.2.2 Trafik

Enligt uppgifter från Trafikverket går det idag i genomsnitt 110 persontåg (regionaltåg) och 75 godståg per dygn (vardag) på den aktuella sträckan genom det studerade området.

Trafikverkets prognos för år 2040 är 132 persontåg och 103 godståg per dygn /6/.

### 3.2.3 Transporter av farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser. I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt RID-S /7/.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2- Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.

Örebro län är ett transportcentrum och det transporteras dagligen stora mängder farligt gods på vägar och järnvägar. Tåg med farligt gods passerar på den aktuella järnvägen genom Örebro. Det finns inga restriktioner för olika farligt godsklasser utan alla transporter är tillåtna. Vilka ämnen som faktiskt transporteras på den aktuella järnvägssträckan och vilka mängder finns det i dagsläget dock ingen samlad information om.

Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder:

- Uppgifter över mängden farligt gods som transporterades på den aktuella järnvägen under år 2013-2015 har erhållits från Trafikverket /8/. Informationen är av känslig art och får därför inte presenteras i detalj i denna analys.

Av uppgifterna framgår att av alla godståg så rymmer ungefär en tredjedel farligt gods. Baserat på ett genomsnittligt vagnantal per godståg<sup>1</sup> så utgör farligt godsvagnar dock ca 3-4 % av det totala antalet godsvagnar på den aktuella järnvägssträckan. Det är huvudsakligen ämnen i klass 2, klass 3, klass 5 samt klass 8 som transporteras.

- MSB (tidigare Räddningsverket) har tidigare genomfört kartläggningar av mängden farligt gods som transporterades på Sveriges järnvägar, bl.a. under september 2006 /9/. Kartläggningen redovisar transportmängderna som intervaller. På den aktuella järnvägssträckan redovisas sammanlagt ca 37 000-60 000 ton farligt gods per månad. Baserat på en genomsnittlig farligt godsmängd per vagn samt genomsnittligt vagnantal per godståg för nuläget (se ovan) så skulle farligt gods utgöra ca 3-6,5 % (medel ca 5 %) av det totala antalet godsvagnar på den aktuella järnvägssträckan. Även denna kartläggning pekar på att det huvudsakligen är ämnen i klass 2 (främst klass 2.1), klass 3, klass 5 samt klass 8 som transporteras.
- Trafikanalys upprättar årliga statistikrapporter över den totala godstrafiken på Sveriges järnvägar inklusive farligt gods. Transporterade mängder farligt gods redovisas separat. Baserat på statistik för femårsperioden 2011-2015 /10/ så utgör farligt gods ca 5 % av den totala godsmängden på järnväg. Även nationellt så är det ämnen i klass 2, klass 3, klass 5 och klass 8 som utgör en klar majoritet av transportererna (över 90 %).

## Framtid

Enligt Trafikverkets prognos i avsnitt 3.2.2 förväntas godstrafiken på den aktuella järnvägen öka med drygt 35 % fram till år 2040.

Motsvarande trafikprognos som för den totala godstrafiken har ännu inte utförts för transporter av farligt gods, vilket innebär att det är svårt att uppskatta den framtida situationen. Hur transportsituationen ser ut i framtiden beror på transportpolitik, kostnader samt lokalisering av verksamheter utmed järnvägen. Ur miljösynpunkt är järnvägstransporter dock ett bra alternativ och det kan därför antas att transporter på järnväg kommer att öka. Den nationella statistiken från Trafikanalys /10/ pekar på att mängderna farligt gods på järnväg har ökat ungefär i samma takt som den totala godstrafiken under den senaste femårsperioden.

I denna utredning antas det grovt antalet transporter av farligt gods kommer att öka i samma omfattning som den totala godstrafiken. För att ta hänsyn till osäkerheterna i detta grova antagande kommer dock en känslighetsanalys att utföras som studeras en större andel farligt gods.

## Sammanställning

Utifrån ovanstående underlag görs en uppskattning av antalet vagnar med farligt gods per år på den aktuella järnvägssträckan fördelat på respektive klass, se tabell 3.2. Tabellen redovisar en uppskattning utifrån nationell statistik från Trafikanalys. Denna utgår från den totala godstrafiken på järnvägen, genomsnittlig andel farligt gods per transport och genomsnittlig fördelning mellan respektive farligt godsklass.

Transportmängder uppskattas för trafikscenarierna Nuläge (baserat på dagens trafikmängd) respektive Framtid med gods (baserat på trafikmängd för prognosår 2040). För trafikscenariot Framtid utan gods förutsätts det inte förekomma farligt gods på sträckan.

---

<sup>1</sup> Enligt VTI-rapport 387:2 - Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods utgörs godståg i medel av ca 30 vagnar.

Tabell 3.2 Uppskattat antal vagnar med farligt gods per år på aktuell del av Godsstråket genom Bergslagen för trafikscenarierna Nuläge respektive Framtid med gods.

Klass	Andel	Uppskattat antal godsvagnar med farligt gods per år	
		Nuläge	Framtid med gods
1. Explosiva ämnen och föremål	0,10% *	29	39
2. Gaser	25,0%	7174	9853
3. Brandfarliga vätskor	38,1%	10905	14976
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,9%	1130	1552
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15,6%	4459	6123
6. Giftiga ämnen	2,1%	595	818
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	4	6
8. Frätande ämnen	15,2%	4346	5968
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,2%	44	61
<b>Totalt</b>		<b>28657</b>	<b>39356</b>

\* I statistiken från Trafikanalys är de redovisade mängderna explosivämnen extremt små. Det antas dock att enstaka transport med farligt gods klass 1 kan förekomma.

*Kommentar: Kartläggningen från MSB bedöms vara för gammal för att använda som tillförlitligt underlag för riskhantering och kommer därför inte att användas mer än övergripande.*

*Statistiken från Trafikverket över antalet farligt godsvagnar på järnvägen genom Örebro utgör känslig information och presenteras därför inte i detalj utan läsaren hänvisas istället till Trafikverket. Det är därför svårt att använda statistiken som underlag för riskanalysen.*

*En jämförelse mellan Trafikanalys nationella statistik och kartläggningen från MSB år 2006 samt Trafikverket från 2013-2015 för den aktuella järnvägssträckan visar att siffrorna troligtvis ligger i paritet med varandra. Även fördelningen mellan de olika farligt godsklasserna är relativt lika.*

## **4. Inledande riskanalys**

### **4.1 Metodik**

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

Enligt avsnitt 3.2.1 kommer riskanalysen att studera tre olika trafikscenarier: Nuläge, Framtid utan gods respektive Framtid med gods. Förekomsten av godstrafik kommer att påverka riskbilden utmed järnvägen och vilka olycksrisker som kan förekomma.

### **4.2 Identifiering av olycksrisker**

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är tågtrafiken på järnvägen som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella området. Följande olycksrisker bedöms kunna påverka området:

1. Urspårning
2. Tågbrand
3. Olycka vid transport av farligt gods

### **4.3 Kvalitativ uppskattning av risk**

#### **4.3.1 Urspårning**

Sannolikheten för urspårning bedöms vara förhållandevis hög. Urspårning utgör den absolut mest sannolika olyckshändelsen med tågtrafik. I de allra flesta fall hoppar dock bara ett hjulpar av rälen och tåget förblir upprätt. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan tåget spåra ur och hamna längre från spåret. Då kan människor utomhus skadas om de står i vägen för tåget. Om tåget kör in i byggnader nära spårområdet kan delar av byggnaden skadas.

Skadeområdet för en urspårning är kraftigt beroende av omgivningens utformning. Skadeområdet understiger i princip alltid 25 meter vinkelrätt ut från spåret (om järnvägen ligger mycket högre än omgivningen kan skadeområdet bli större). Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågvagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är mycket låg.

#### **Nuläge**

Spåren ligger idag i nivå med omgivningen. Hastighetsbegränsningen på sträckan är 110 km/h för persontåg och 100 km/h för godståg. Hastigheten för persontåg är dock generellt lägre då samtliga tåg stannar vid Örebro Central och en stor andel dessutom stannar vid Södra station.



I de fall där järnvägen ligger i samma nivå som omgivningen står skadeområdet i relation till tågets hastighet vid urspårningstillfället. Det maximala avståndet från spåret kan beräknas som  $V^{0,55}$  där V utgör tågets hastighet /11/. Med en antagen hastighet på 100-110 km/h blir det maximala avståndet då ca 12-13 meter.

En urspårning bedöms med hänsyn till närheten till planerad bebyggelse kunna innebära ett betydande bidrag till risknivån inom det studerade området. Olycksrisken behöver studeras i en fördjupad riskanalys.

Framtid utan gods

Den planerade utbyggnaden av järnvägen med höghastighetsspår utanför befintliga spår innebär en kraftig ökning av risknivån inom det studerade området. Dels minskar avståndet mellan spår och planerad bebyggelse ytterligare och dels kommer hastigheten på de yttersta spåren bli högre.

Det tillkommande östra spåret kommer enligt tidigare gå på bro över de befintliga spåren i höjd med Södra station. Nivåskillnaden kan innebära att skadeområdet blir större än där spåren går i nivå med omgivningen. För järnväg på bro finns det dock krav på urspårningsskydd, i form av antingen skyddsräler eller förhöjd kantbalk enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) föreskrifter BVF 586.65 /12/. Syftet med urspårningsskydd är att begränsa konsekvenserna av en eventuell urspårning genom att reducera sannolikheten för att den urspårade vagnen hamnar utanför spårområdet, d.v.s. bron. Enligt BVF 586.65 ska urspårningsskydd anordnas på alla broar med en längd över 30 meter.

En urspårning bedöms med hänsyn till avståndet till planerad bebyggelse kunna innebära ett betydande bidrag till risknivån inom det studerade området. Att utrusta brokonstruktionen för det östra spåret med urspårningsskydd kommer att reducera sannolikheten för att ett urspårat tåg lämnar spårområdet, men det är oklart med hur mycket. Olycksrisken behöver studeras i en fördjupad riskanalys.

Framtid med gods

Även för detta trafikscenario bedöms urspårning innebära ett betydande bidrag till risknivån inom det studerade området. Olycksrisken behöver studeras i en fördjupad riskanalys.

#### 4.3.2 Tågbrand

Vid en brand utvecklas stora mängder värmestrålning och brandgaser (rök). En brand kan innebära att giftiga brandgaser sprids in över planområdet eller att branden sprider sig till byggnader närmast järnvägen. En brand kan starta i motorer eller andra tekniska installationer, i restaurangvagnar, vara anlagd m.m.

Konsekvenserna av en tågbrand är beroende av vilken tågtyp som brinner. Utformningen av persontåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet. Detta innebär ett relativt begränsat brandförlopp, vilket innebär att skadeområdet vid brand i ett persontåg blir begränsat, sannolikt överstiger det inte 10 meter.

Brand i godståg kan bli betydligt mer omfattande än brand i persontåg. Skadeområdet vid brand i godståg bedöms därmed kunna bli mer omfattande. Värmestrålningen blir hög och brandspridning bedöms kunna ske inom ca 20-25 meter från spåret.

Sannolikheten för brand i tåg är relativt hög. Sannolikheten för att ett brinnande tåg blir stående precis utmed den aktuella sträckan är dock mycket låg.

## Nuläge

Med befintligt utförande av järnvägen bedöms en brand i persontåg innebära en begränsad påverkan på risknivån inom kringliggande områden. Sannolikheten för brandspridning till kringliggande ny bebyggelse bedöms vara mycket låg. Olycksrisken behöver därför inte studeras vidare i en fördjupad riskanalys.

Med hänsyn till avståndet till planerad bebyggelse bedöms dock en brand i ett godståg kunna innebära ett betydande bidrag till risknivån inom det studerade området. Olycksrisken behöver därför studeras i en fördjupad riskanalys.

## Framtid utan gods

Den planerade utbyggnaden av järnvägen med höghastighetsspår utanför befintliga spår kan innebära en mindre ökning av risknivån inom det studerade området i direkt anslutning till spårområdet. Detta gäller även om de yttre spåren endast trafikeras av persontåg eftersom avståndet till planerad bebyggelse kan bli begränsat. Avståndet bedöms dock även fortsättningsvis vara betryggande för brand i persontåg och sannolikheten för brandspridning till kringliggande ny bebyggelse bedöms vara mycket låg. Olycksrisken behöver därför inte studeras vidare i en fördjupad riskanalys.

Eftersom trafikscenariot inte innebär att gods trafikerar sträckan behöver skadescenariot brand i godståg inte beaktas.

## Framtid med gods

Även för detta trafikscenario bedöms tågbrand innebära ett betydande bidrag till risknivån inom det studerade området. Olycksrisken behöver studeras i en fördjupad riskanalys. Det skadescenario som bedöms kunna påverka risknivån inom kringliggande områden är brand i godståg som förväntas gå på befintliga spår. Enligt ovan bedöms brand i persontåg (även på tillkommande höghastighetsspår) ha begränsad påverkan på risknivån inom det studerade området och behöver därför inte studeras vidare i en fördjupad riskanalys.

### 4.3.3 Olycka vid transport av farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån RID-S /7/. I tabellen nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive RID-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder ( $\geq 2$ ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

#### Nuläge

Olycka med ovanstående farligt godsklasser bedöms med hänsyn till konsekvenserna bidra till risknivån inom det studerade området. Olycksriskerna behöver därför studeras i en fördjupad riskanalys.

#### Framtid utan gods

Eftersom trafikscenariot inte innebär att gods trafikerar sträckan behöver olycksrisker med transporter av farligt gods inte beaktas.

#### Framtid med gods

Olycka med ovanstående farligt godsklasser bedöms med hänsyn till konsekvenserna bidra till risknivån inom det studerade området. Olycksriskerna behöver därför studeras i en fördjupad riskanalys. Hänsyn ska tas till prognostiserade trafikciffror.

## 4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

	Nuläge	Framtid <u>utan</u> gods	Framtid <u>med</u> gods
<b>Urspårning</b>			
- persontåg	X	X	X
- godståg	X	-	X
<b>Tågbrand</b>			
- persontåg	-	-	-
- godståg	X	-	X
<b>Olycka vid transport av farligt gods</b>			

- Masseexplosiva ämnen (klass 1.1)	X	-	X
- Brännbara gaser (klass 2.1)	X	-	X
- Giftiga gaser (klass 2.3)	X	-	X
- Brandfarliga vätskor (klass 3)	X	-	X
- Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)	X	-	X

## 5. Fördjupad riskanalys

### 5.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys.

Den fördjupade riskanalysen kommer att utföras utifrån gällande riktlinjer i RIKTSAM avseende *Vägledning 3* som baseras på probabilistiska kriterier avseende individ- och samhällsrisk /3/.

#### 5.1.1 Beräkning av frekvens och konsekvenser

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

#### 5.1.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk:

**Individrisk** är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framföriggande bebyggelse (varken befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden inom det studerade området. Individrisken beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen antingen har en reducerande eller eskalerande effekt på skadeavstånd och sannolikhet att omkomma.

**Samhällsrisk** är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år ( $\text{år}^{-1}$ ) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisken utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Enligt avsnitt 5.1.3 avser acceptanskriterierna för samhällsrisk 1 km<sup>2</sup> med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km järnväg. Samhällsriskerna beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade området samt omgivande bebyggelse (på båda sidor om järnvägen). Konsekvenserna kommer att beräknas för planerat utförandealternativ (d.v.s. med planerad bebyggelse och markanvändning inom det studerade området) samt för ett nollalternativ (befintliga förhållanden inom det studerade området).

Riskberäkningar redovisas i bilaga C.

### 5.1.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier.

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I RIKTSAM /3/ redovisas riskkriterier för individrisk och samhällsrisk för markanvändning som inte uppfyller rekommenderade skyddsavstånd enligt figur 1.1, se avsnitt 1.6.1. I tabell 5.1 redovisas gällande riskkriterier.

Tabell 5.1. Riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Planerad markanvändning / avsteg från skyddsavstånd	Individrisk	Samhällsrisk	Kommentar
<p>&lt; 30 meter till:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• H – Handel (sällanköpshandel)</li> <li>• J – Industri</li> <li>• G – Bilservice</li> <li>• U – Lager (utan betydande handel)</li> <li>• E – Tekniska anläggningar (övriga anläggningar)</li> <li>• P – Parkering (övrig parkering)</li> </ul>	10 <sup>-5</sup> per år	-	Den deterministiska analysen ska påvisa att riskerna med hårda konstruktioner eller motsvarande, som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon, kan undvikas.
<p>&lt; 70 meter till:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B – Bostäder (småhusbebyggelse)</li> <li>• H – Handel (övrig handel)</li> <li>• K – Kontor (i ett plan, dock ej hotell)</li> <li>• U – Lager (även med betydande handel)</li> <li>• Y – Idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats)</li> <li>• C – Centrum</li> <li>• N - Friluftsområde · R – Kultur</li> </ul>	10 <sup>-6</sup> per år	-	Den deterministiska analysen ska påvisa att det "nettotillskott" av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.
<p>&lt; 150 meter till</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B – Bostäder (flerbostadshus i flera plan)</li> <li>• K – Kontor (hotell)</li> <li>• D – Vård</li> <li>• S – Skola</li> <li>• Y – Idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats)</li> </ul>	10 <sup>-7</sup> per år	<p>F=10<sup>-5</sup> per år för N=1                      F=10<sup>-6</sup> per år för N=10                      F=10<sup>-7</sup> per år för N=100</p> <p>Samhällsrisken avser 1 km<sup>2</sup> med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km transportled.</p>	Den deterministiska analysen kan påvisa att tillskottet av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

Riskkriterierna för individrisk enligt tabell 5.1 går att härleda till det förslag till riskkriterier som redovisas i publikationen *Värdering av risk /13/*. I denna publikation ges dessutom förslag på riskkriterier för samhällsrisk, se tabell 5.2.

Tabell 5.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk /13/.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg /järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10 <sup>-5</sup>	F=10 <sup>-4</sup> per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10 <sup>-7</sup>	F=10 <sup>-6</sup> per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1

Riskkriterierna enligt tabell 5.2 anges i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla. Området mellan kriterierna benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls.

Riskkriterierna för samhällsrisk enligt tabell 5.1 motsvarar mitten på kriterierna enligt *Värdering av risk*.

#### 5.1.4 Hantering av osäkerheter

Riskanalysen utgår från underlag som innefattar relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods. I avsnitt 5.4 redovisas en ytterligare diskussion kring hanteringen av ovanstående osäkerheter m.m. samt hur detta inverkar på analysens resultat. För att studera hur olika antaganden påverkar resultatet av den fördjupade riskanalysen utförs en känslighetsanalys.

## 5.2 Resultat riskberäkningar

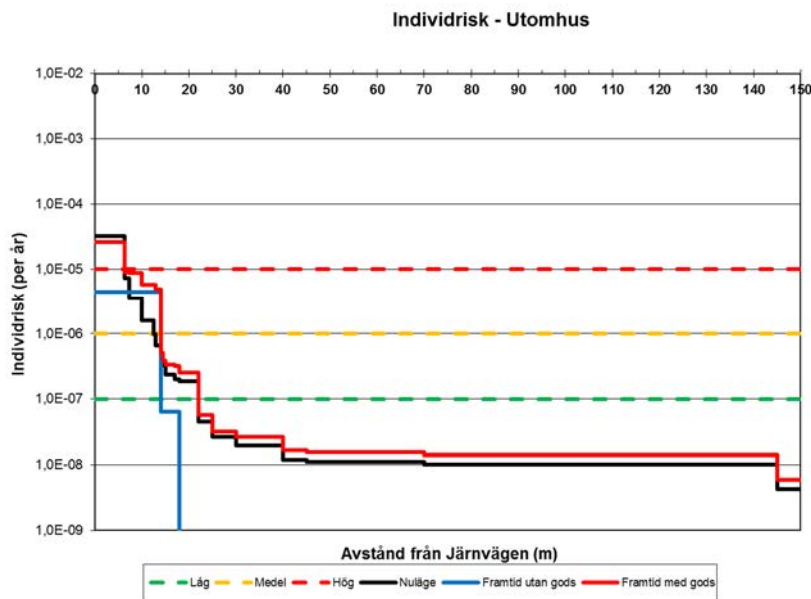
### 5.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade individrisknivån för det studerade området Södra station och dess omgivning som funktion av avståndet till järnvägen Godsstråket genom Bergslagen.

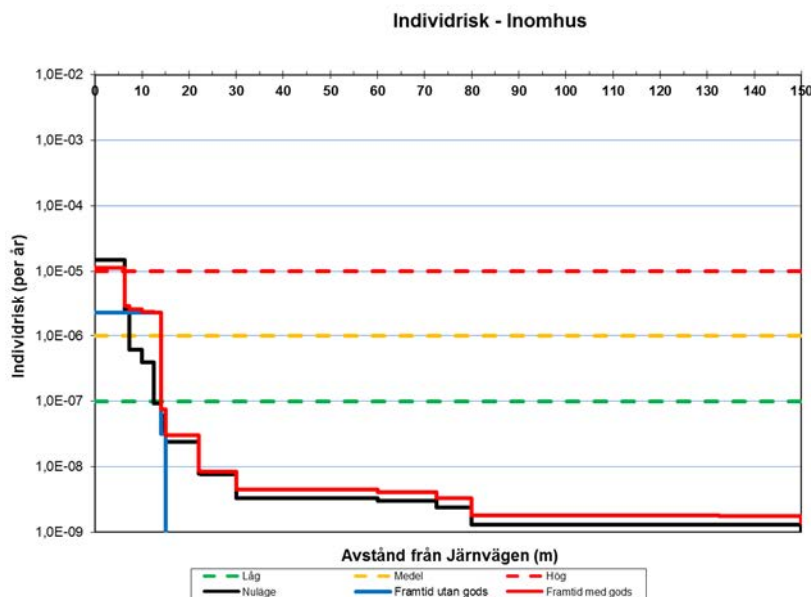
Individrisken presenteras dels för obebyggd mark utan hänsyn tagen till bebyggelse (se figur 5.1) och dels med hänsyn till bebyggelse inom det studerade området (se figur 5.2).

Individrisken redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste befintliga spårmitt (genomgående spår) och antas vara lika på respektive sida om järnvägen. För trafikscenario *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods* så har ett tillägg på 7 meter gjorts på skadeavstånden för skadescenarierna urspårning med persontåg med hänsyn till den planerade utbyggnaden av järnvägen med två spår.



*Figur 5.1. Individrisk för oskyddad person utomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmitt). Risknivån har beräknats utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom det studerade området.*



*Figur 5.2. Individriskprofiler för person inomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmitt). Risknivån har beräknats med hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom det studerade området.*

För oskyddad person utomhus gäller att individrisken för trafikscenario Nuläge är beräknad för sträckan från Örebro Central och söderut. Individrisken för trafikscenario Framtid utan gods respektive Framtid med gods är endast beräknad för sträckan från Örebro Central till strax söder om området Södra station där den planerade Höghastighetsbanan viker av västerut.



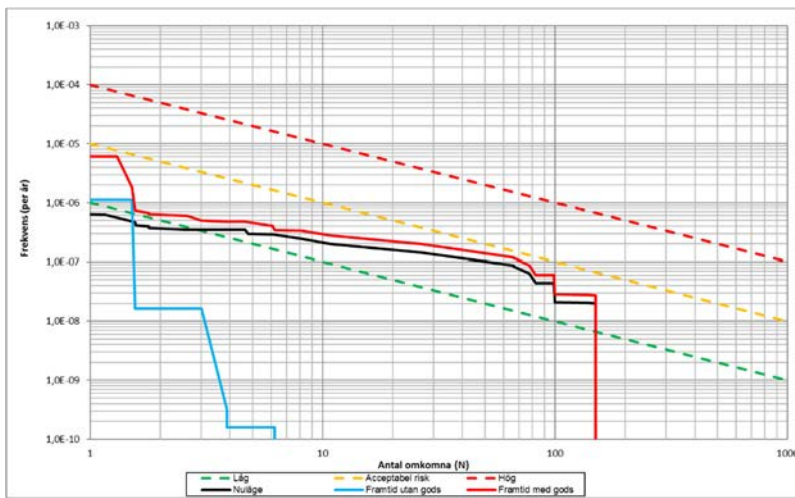
Individrisk som redovisas för person inomhus är beräknad med hänsyn till planerad bebyggelse inom det studerade planområdet och är gällande därmed först och främst för sträckan i höjd med området Södra station. Detta gäller för samtliga trafikscenarier.

## 5.2.2 Samhällsrisik

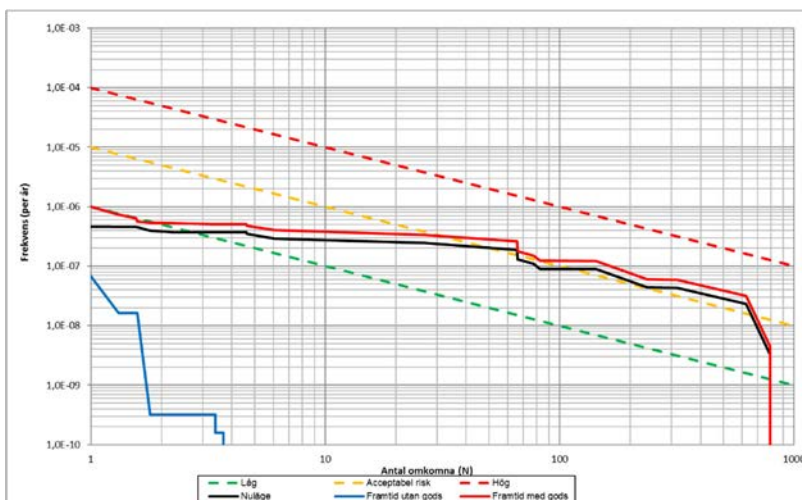
Nedan redovisas den beräknade samhällsrisiken för det studerade området Södra station samt kringliggande bebyggelse. I figur 5.3 redovisas samhällsrisiken för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse). I figur C.4 redovisas samhällsrisiken för utförandealternativ (med planerad ny bebyggelse).

Samhällsrisiken redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

Risikurvorna som redovisas i diagrammen nedan tar ingen hänsyn till eventuella säkerhetshöjande åtgärder.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisiknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Nollalternativ för planområdet.** (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.4. F/N-kurva som redovisar samhällsrisiknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet.** (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

Observera att samhällsriskerna är beräknade med hänsyn till planerad bebyggelse inom det studerade planområdet och gäller därmed först och främst för sträckan i höjd med området Södra station. Detta gäller för samtliga trafikscenarier.

## 5.3 Värdering av risk

### 5.3.1 Individrisk

*Samtliga avstånd utgår från befintliga genomgående spår. Avstånden mäts från spårmittpunkt.*

Enligt tidigare studerar riskanalysen tre olika trafikscenarier som påverkar riskbilden utmed järnvägen:

**Nuläge:** Med avseende på individrisk för oskyddade personer utomhus bedöms olycksriskerna förknippade med trafiken på järnvägen hamna över  $10^{-7}$  per år inom ca 20-25 meter från järnvägen. Inom ca 15 meter från järnvägen hamnar individrisken över  $10^{-6}$  per år. Inom ca 10 meter från järnvägen hamnar individrisken över  $10^{-5}$  per år.

Enligt konsekvensberäkningarna så har bebyggelsen en riskreducerande effekt med avseende på de studerade olycksriskerna. Med avseende på individrisk för personer inomhus bedöms olycksriskerna förknippade med trafiken på järnvägen hamna över  $10^{-7}$  per år inom ca 12-15 meter från järnvägen. Inom ca 10 meter från järnvägen hamnar individrisken över  $10^{-6}$  per år och inom ca 7 meter från järnvägen hamnar individrisken över  $10^{-5}$  per år.

**Framtid utan gods:** Individrisken för oskyddade personer utomhus och för personer inomhus hamnar över  $10^{-6}$  per år inom ca 15 meter från järnvägen. Individrisken hamnar dock inte över  $10^{-5}$  per år inom planområdet. På avstånd som överstiger 15 meter från järnvägen är individrisken lägre än  $10^{-7}$  per år.

**Framtid med gods:** Individrisknivån motsvarar vad som redovisas för trafikscenario Nuläge ovan. Utbyggnaden av järnvägen med två spår har marginell påverkan på risknivån inom det studerade området.

### 5.3.2 Samhällsrisk

Enligt tidigare studerar riskanalysen tre olika trafikscenarier som påverkar riskbilden utmed järnvägen.

**Nuläge:** Samhällsriskerna från olycksriskerna förknippade med trafiken på järnvägen bedöms hamna över kriteriet för acceptabel risk enligt RIKTSAM för olyckor med stort antal omkomna (över ca 50 personer). För olyckor med färre antal omkomna (mindre än ca 50 personer) hamnar risknivån på en acceptabel nivå. Detsamma gäller för olyckor med mycket stora konsekvenser.

Samhällsriskerna hamnar dock aldrig på en oacceptabel nivå enligt de riskkriterier som redovisas i *Värdering av risk*.

Det främsta bidraget till den höga risknivån bedöms utgöra olycksriskerna förknippade med brännbara och giftiga gaser på järnvägen. Olycksriskerna förknippade med övriga farligt godstransporter samt urspårning och tågbrand bedöms ha en relativt begränsad påverkan på risknivån.

Skillnaden i samhällsrisk för utförandealternativet och nollalternativet är relativt begränsad. Den planerade bebyggelsen innebär huvudsakligen att konsekvenserna för stora olycksrisker kan bli betydligt större. För mindre olycksrisker bedöms dock utförandealternativet kunna innebära en lägre risknivå än nollalternativet.

**Framtid utan gods:** Samhällsrisken från olycksriskerna förknippade med trafiken på järnvägen bedöms hamna under kriteriet för acceptabel risk enligt RIKTSAM. För utförandealternativet hamnar samhällsrisken även under det lägre acceptanskriteriet som redovisas i *Värdering av risk*.

**Framtid med gods:** Samhällsrisken motsvarar vad som redovisas för trafikscenario *Nuläge* ovan. Utbyggnaden av järnvägen med två spår har marginell påverkan på risknivån inom det studerade området.

### 5.3.3 Sammanvägd värdering av risk

Med hänsyn till både individrisk och samhällsrisk bedöms risknivån vara så hög att säkerhetshöjande åtgärder behöver vidtas för att sänka risknivån vid ny bebyggelse och ändrad markanvändning inom det studerade området. Se vidare avsnitt 6.

## 5.4 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- ***Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder***

Frekvensberäkningarna utgår från modeller som baseras på olyckskvoter och statistik. Beräkningarna för urspårningsfrekvenser utgår från den vägledning som utgör underlag till gällande kravställning för dimensionering av konstruktioner i anslutning till järnvägsspår, se kraven enligt SS-EN 1991-1-7:2006 (Eurokod 1-7) med tillhörande NA.

De olyckskvoter som redovisas utgör genomsnittliga värden för en längre järnvägssträcka. Sannolikheten för bl.a. utsläpp och antändning av utsläpp m.m. utgör genomsnittliga värden baserade på statistik.

Eftersom frekvensberäkningarna görs för relativt långa sträckor (1 km) så innebär aktuella antaganden höga olycksfrekvenser. Uppskattningsvis så innebär aktuella antaganden konservativa värden på olycksfrekvenser.

I bilaga A jämförs de använda olyckskvoterna med statistik över bantrafikskador och bantrafik och det konstateras då att olyckskvoterna ligger i samma härad.

Det finns en annan modell som ofta används för frekvensberäkningar avseende järnvägsolycka: Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen /14/. Denna beräkningsmodell är endast applicerbar på olycka med godståg och utgår från ett flertal olika typer av felfaktorer (rälsbrott, solkurvor, spårlägesfel, vagnfel, växelfel m.m.). Utslaget på den aktuella godstrafiken så kan det konstateras att de använda olyckskvoterna ligger i samma härad även med denna modell. Någon känslighetsanalys utförs inte specifikt för skillnader i olika beräkningsmetoder utan osäkerheterna kring frekvenser bedöms hanteras i känslighetsanalysen som redovisas nedan.

- ***Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet***

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsclass.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån nationell statistik över en femårsperiod. Orsaken till detta tillvägagångssätt är framförallt att undvika att risknivån värderas utifrån kortsiktiga

förutsättningar. De underlag som finns avseende den aktuella järnvägssträckan baseras på korta tidsperioder och kan ge en missvisande bild av trafiksituationen. Att utgå från en nationellt genomsnittlig andel farligt gods på de aktuella sträckorna ger relativt stora transportmängder farligt gods med hänsyn till gällande trafiksiffror.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs en känslighetsanalys avseende förändrat transportantal, se vidare avsnitt 5.4.1.

- **Val av olycksscenarioer, konsekvensberäkningar**

Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet samt förväntat antal omkomna för de studerade skadescenarierna.

Generellt så bedöms de skadescenarioer och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. Beräkningarna av förväntat antal omkomna utförs med grova antaganden om bl.a. en jämn fördelning av persontätheten inom det aktuella området med utgångspunkt från närmaste bebyggelse respektive närmaste yta som kan uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Att avståndet mellan riskkälla och bebyggelse kan variera utmed den studerade sträckan beaktas endast i begränsad utsträckning.

Konsekvenserna av respektive skadescenario har beräknats utifrån förutsättningen att det bedöms inträffa där det gör som mest skada inom det aktuella planområdet. Eftersom bebyggelsen inom det aktuella planområdet är betydligt tätare och avståndet mellan bebyggelse och riskkälla dessutom är kortare jämfört med kringliggande områden så innebär detta antagande en konservativ beräkning av samhällsrisk där bidraget från den planerade bebyggelsen är mycket stor.

Konsekvensberäkningarna utgår dessutom från ett flertal antaganden avseende persontätheter och personantal inom det studerade området. Dessa antaganden är behäftade med stora osäkerheter där personantalet inom det studerade området har uppskattats mycket grovt utifrån planerad och befintlig bebyggelse. Dessa antaganden har stor effekt på resultatet av riskanalysen. Vad som dock kan konstateras utifrån beräkningarna är att de antaganden som görs avseende den kringliggande bebyggelsen utanför de aktuella planområdena har relativt låg påverkan på den sammanvägda samhällsrisk. Detta beror huvudsakligen på att det aktuella planområdet är relativt stort och majoriteten av de studerade skadescenarierna innebär endast konsekvenser inom planområdet. Det är ett fåtal skadescenarioer som innebär konsekvenser även inom kringliggande områden. Sammantaget så bidrar kringliggande bebyggelse till en begränsad andel av det totala antalet omkomna för dessa skadescenarioer.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas med hänsyn till ovanstående parametrar görs en känslighetsanalys avseende förändrade konsekvenser av respektive skadescenario, se vidare avsnitt 5.4.1.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklings- och antaganden innebär används enligt ovan konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklings- och antaganden som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans med utförd känslighetsanalys innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

## 5.4.1 Känslighetsanalys

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisk. Slutresultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

Känslighetsanalysen beaktar följande parametrar:

### **Förändrat transportantal**

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på angränsande riskkällor. Känslighetsanalysen beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass enligt följande:

- Det uppskattade antalet farligt godstransporter antas öka med en faktor 5 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för trafikscenario *Framtid med gods*. Detta bedöms vara ett mycket konservativt antagande.

### **Förändrat antal omkomna**

De antaganden som görs avseende förväntat personantal m.m. som används i analysen är behäftat med osäkerheter. Känslighetsanalysen beaktar konsekvenserna av respektive skadescenario enligt följande:

- Beräknade antal omkomna för respektive skadescenario antas öka med en faktor 2 i förhållande till genomförda konsekvensberäkningar i bilaga B. För samtliga skadescenarier med skadeavstånd som överstiger uppmätt avstånd mellan järnvägen och planerad bebyggelse så antas dessutom minsta antal omkomna vara 1 person (d.v.s. även om sannolikheten att omkomma är mycket låg inom planområdet så avrundas antal omkomna uppåt).

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisk. Slutresultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

Känslighetsanalysen visar att även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter så är det huvudsakligen enstaka olycksrisker som medför att samhällsrisken hamnar över kriteriet för acceptabel risk enligt RIKTSAM. Det bedöms främst vara stora skadescenarier förknippade med brännbara och giftiga gaser på som bidrar till den oacceptabla risknivån. Det kan även konstateras att även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter så hamnar samhällsrisken aldrig på en oacceptabel nivå enligt de riskkriterier som redovisas i *Värdering av risk*.

Vidare bedöms en kraftig ökning av konsekvenserna för respektive skadescenario också ha en begränsad påverkan på resultatet. Det bedöms fortfarande främst vara samma olycksrisker som medför en oacceptabel samhällsrisk. Det som skiljer sig mest utgör påverkan från urspårning och tågbrand som vid en kraftig ökning av konsekvenserna kan innebära att dessa olycksrisker innebär en oacceptabel samhällsrisk.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms det dock inte vara rimligt att ställa ytterligare krav på säkerhetshöjande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.3).

## **6. Säkerhetshöjande åtgärder**

### **6.1 Allmänt**

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms risknivån för det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering.

Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då acceptansnivån är beroende av markanvändning samt avstånd till den aktuella riskkällan. Dessutom behöver bedömningen av åtgärder beakta vilket bidrag till risknivån som respektive olycksrisk innebär. I avsnitt 5.3 redovisas vilka olycksrisker som innebär störst bidrag till den sammanlagda riskbilden inom planområdet.

### **6.2 Diskussion kring åtgärder**

I nedanstående avsnitt redovisas beskrivningar av olika möjliga skyddsåtgärder samt separata bedömningar av rimligheten i att vidta respektive åtgärd med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen. Respektive avsnitt inleds med en generell beskrivning av restriktionerna och åtgärder. I kursiv text redovisas en specifik bedömning för det aktuella området. I avsnitt 6.3 redovisas sedan en sammanställning av vilka restriktioner och åtgärder som rekommenderas för det aktuella projektet.

#### **6.2.1 Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning**

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. De rekommenderade skyddsavstånd som presenteras i RIKTSAM (se figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark eller i anslutning till knutpunkter för exempelvis kollektivtrafik och tågtrafik kan detta dock vara svårt.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas. Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas, se vidare avsnitt 6.2.2.

Även för obebyggda ytor i närheten av järnvägen behöver hänsyn tas till risknivån.

*Föreslagen illustrationsplan enligt figur 2.2 innebär avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, både avseende parkeringshus samt byggbara ytor för kontor och handel. Att göra avsteg från det rekommenderade bebyggelsefria området på 30 meter från järnväg är generellt mycket svårt att få igenom med hänsyn till den förhöjda risknivån förknippad med bl.a. urspårning.*

*Det bör beaktas att parkeringsgarage utgör verksamhet som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse eller hög persontäthet. Med hänsyn till detta brukar denna typ av markanvändning normalt kunna godtas en högre risknivå. Dessutom så finns möjligheter att utforma denna bebyggelse så att den innebär en skyddande barriär mot bakomliggande bebyggelse och därmed minskar påverkan mot planerad kontorsbebyggelse.*

*Det ska observeras att bebyggelse på alltför korta avstånd från järnvägen även kan påverka säkerheten för tågtrafikanter.*

Utifrån den fördjupade riskanalysen bedöms den planerade utvecklingen av planområdet vara möjlig att genomföra. Hänsyn till risker förknippade med järnvägen behöver dock tas, delvis i form av skyddsavstånd mellan järnvägen och ny bebyggelse.

För fortsatt planering av planområdet rekommenderar Brandskyddslaget att följande skyddsavstånd ska upprätthållas<sup>2</sup>. Avstånden utgår från närmaste befintliga genomgående spår (inom parentes anges motsvarande avstånd till närmaste nya spår utifrån förutsättningen att nya spår placeras ca 7 meter i sidled från närmaste befintliga spår):

- Nya parkeringshus placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 15 meter (8 meter till nytt spår). Skyddsavståndet avser även parkeringsgarage under mark.
- Nya kontorsbyggnader placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 20 meter (13 meter till nytt spår).
- Ytor mellan bebyggelse och järnvägen ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering. Exempel på markanvändning som inte bör placeras närmast riskkällorna är lekplatser, uteserveringar, torgytor och utegym m.m.
- Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste genomgående spår (23 meter till nytt spår).

Observera att de rekommenderade avstånden ovan förutsätter att nya spår går på bro genom planområdet vilket innebär krav på urspårningsskydd. Se vidare i avsnitt 6.2.2 avseende hantering av risker förknippade med en framtida utbyggnad av järnvägen.

För att acceptera föreslagen bebyggelse behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas, se vidare avsnitt 6.2.2.

Om det rekommenderade skyddsavståndet till obebyggda ytor med stadigvarande vistelse uppfylls behövs inga kompletterande skyddshöjande åtgärder. Om skyddsavståndet inte går att upprätthålla behöver åtgärder vidtas, se vidare avsnitt 6.2.3.

För att tillgodose att avstånden ovan mellan riskkälla och bebyggelse uppfylls behöver detta regleras med anvisningar för markanvändning i detaljplan, se vidare avsnitt 6.3.

## 6.2.2 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd mellan järnväg och kontorsbebyggelse underskrids. Bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom det aktuella området. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

---

<sup>2</sup> Ytterligare avsteg från de rekommenderade skyddsavstånden innebär med stor sannolikhet krav på mycket omfattande byggnadstekniska åtgärder, eventuella restriktioner om ytterligare bebyggelse i omgivningen samt risk för överklagande från Trafikverket eller att Länsstyrelsen beslutar sig för att pröva kommunens antagande om detaljplanen utifrån att de bedömer att tillräcklig hänsyn ej har tagits till hantering av risker.

Riskanalysen studerar enligt tidigare tre olika trafikscenarier, som påverkar riskbilden utmed järnvägen och vilka olycksrisker som kan förekomma. De olika trafikscenarierna påverkar även behovet av byggnadstekniska åtgärder. De åtgärder som redovisas nedan avseende skydd mot brand, skydd mot gaser samt skydd mot explosion är förknippade med att det förekommer godstrafik på järnvägen och gäller därför endast för trafikscenario *Nuläge* och trafikscenario *Framtid med gods*. För trafikscenario *Framtid utan gods* är det endast åtgärder som redovisas avseende skydd mot urspårning som är relevanta.

Allmänt om utformning av ny bebyggelse

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till riskkällan kan behöva beakta möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på järnvägen.

*Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom området som vetter direkt mot järnvägen ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. För parkeringshus gäller kravet för byggnader som ligger inom 30 meter från järnvägen.*

*Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Om huvudentréer skulle planeras mot riskkällan så är det viktigt att utrymningsvägarna bort från riskkällan är mycket lätta att identifiera och nyttja. Under förutsättning att utrymningsvägen är placerad minst 30 meter så accepteras att utrymningsvägen mynnar i gavel som ligger vinkelrätt mot järnvägen.*

*Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.3.*

Skydd mot urspårning

För att förhindra att ett urspårat tåg kör in i byggnader eller persontäta områden utomhus kan olika byggnadstekniska åtgärder vidtas som alternativ eller som komplement till skyddsavstånd. Exempelvis kan byggnadens konstruktioner förstärkas så att den klarar påkörning utan att bärande konstruktioner skadas alternativt kan en mur/vägg eller dylikt (minst 1,5-2 meter hög över RÖK) uppföras mellan byggnader och spår. Konstruktioner ska dimensioneras utifrån gällande krav för konstruktioner över, eller i anslutning till trafikerade järnvägsspår, enligt SS-EN 1991-1-7:2006 (Eurokod 1-7) med tillhörande NA. Detaljerad vägledning om de bakomliggande kraven i Eurokod finns i *UIC Code 777-2 R – Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /11/*. Skydd mot urspårning behöver även beaktas för bebyggelse under mark genom att konstruktioner ska dimensioneras mot lasten motsvarande ett urspårat tåg.

Som alternativ eller komplement till byggnadstekniska åtgärder kan åtgärder även vidtas på järnvägen, t.ex. kan de yttersta spåren utföras med urspårningsskydd i form av antingen skyddsrel alternativt förhöjd kantbalk. Urspårningsskydd ska utföras i enlighet med Trafikverkets föreskrifter BVF 586.65 /12/. Förekomst av plattformar ger motsvarande skydd mot urspårning.

**Nuläge:** *Utifrån den detaljerade riskanalysen bedöms att urspårning har en begränsad påverkan på samhällsrisknivån inom det studerade området. Detta trots att konsekvensberäkningarna för skadescenariot har utförts utifrån konservativa antaganden avseende skadepåverkan inom planområdet. Den begränsade påverkan på samhällsrisknivån beror huvudsakligen på att ny bebyggelse inte innebär någon stadigvarande vistelse eller någon hög persontäthet närmast järnvägen. Påverkan på individrisken blir däremot hög inom området närmast järnvägen.*



*I avsnitt 6.2.1 rekommenderas skyddsavstånd mellan närmaste befintliga genomgående spår och ny bebyggelse på minst 15 meter till parkeringshus respektive 20 meter till kontor. Skyddsavstånden ger ett betryggande skydd mot en klar majoritet av potentiella urspårningsscenarioer med den befintliga järnvägsutformningen.*

*Med hänsyn till det mycket begränsade riskbidraget samt föreslagna skyddsavstånd enligt avsnitt 6.2.1 bedöms det inte vara rimligt att ställa krav på ytterligare åtgärder som skyddar mot urspårning vid ny detaljplan med avseende på den befintliga utformningen av, och trafiksituation på, järnvägen.*

**Framtid (utan respektive med gods):** Enligt tidigare planeras för en framtida utbyggnad av järnvägen genom Örebro. Det föreslås att den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm dras parallellt med befintliga spår genom Örebro stadskärna. Utbyggnaden av järnvägen skulle medföra att avståndet mellan spår och kringliggande bebyggelse minskar med 7 meter jämfört med befintlig utformning. Detta skulle innebära att den riskreducerande effekten av föreslagna skyddsavstånd enligt avsnitt 6.2.1 minskar.

Föreslagen utformning av den nya järnvägen innebär att spåren kommer att gå på bro utmed stora delar av den aktuella sträckan genom planområdet. Spåret kommer att gå mellan 2 och 10 meter högre än omgivningen. För järnväg på bro finns det krav på urspårningsskydd enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) föreskrifter BVF 586.65 /12/. Syftet med urspårningsskydd är att begränsa konsekvenserna av en eventuell urspårning genom att reducera sannolikheten för att den urspårade vagnen hamnar utanför spårområdet, d.v.s. bron. Urspårningsskyddet kommer i och med detta även reducera risknivån inom kringliggande områden.

De rekommenderade skyddsavstånden i avsnitt 6.2.1 bedöms med hänsyn till utformningen av nya spår ge ett betryggande skydd mot en klar majoritet av potentiella urspårningsscenarioer även vid en utbyggnad av järnvägen. Detta förutsätter att de nya spåren utförs med urspårningsskydd enligt beskrivning ovan utmed de delar av området som omfattar ny bebyggelse enligt föreslagen illustrationsplan.

Med hänsyn till det mycket begränsade riskbidraget samt föreslagna skyddsavstånd enligt avsnitt 6.2.1 bedöms det inte vara rimligt att ställa krav på ytterligare åtgärder som skyddar mot urspårning vid ny detaljplan med avseende på en framtida utbyggnad av järnvägen enligt föreslagen utformning av nya spår.

## Skydd mot brand

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska eller tågbrand) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförliggande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

*Enligt riskanalysen har framförallt olycksrisker med brännbar gas relativt stor påverkan på risknivån inom planområdet (främst avseende samhällsrisk). Olycka med brandfarliga*

vätskor samt tågbrand har däremot en begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk. Den begränsade påverkan på samhällsrisk beror huvudsakligen på att ny bebyggelse inte innebär någon stadigvarande vistelse eller någon hög persontäthet närmast järnvägen.

I avsnitt 6.2.1 rekommenderas skyddsavstånd mellan närmaste befintliga genomgående spår och ny bebyggelse på minst 15 meter till parkeringshus respektive 20 meter till kontor. Skyddsavstånden ger ett betryggande skydd mot brand i godståg och reducerar sannolikheten för brandspridning in i byggnaden vid olycka med brandfarlig vätska.

För att begränsa risken för brandspridning in i byggnader rekommenderas att parkeringshus utförs med täta väggar mot järnvägen. För parkeringshus inom 30 meter från järnvägen ska väggarna utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Det rekommenderas att väggarna utförs utan fönster. Om denna rekommendation ej går att uppfylla ska fönster i fasader som vetter mot järnvägen utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.<sup>3</sup>

För kontorsbebyggelsen innebär de rekommenderade avstånden att det främst är olycka med brännbar gas som påverkar risknivån. För att begränsa risken för brandspridning in i kontorsbyggnader rekommenderas att fasader som vetter mot järnvägen ska utföras obrännbara alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.

Fönster och glaspartier ska utföras så att risken för brandspridning in i byggnaden begränsas. Utformningen av fönster ska dimensioneras med hänsyn till olycka med brännbar gas och ska därför utföras med hänsyn till risken för gasmolnsexplosion. För att skydda mot skador inomhus ska därför glaspartier och fönster i fasad som vetter mot järnvägen utgöras av glas som förhindrar omfattande splitterverkan vid stor gasmolnsexplosion.

Med hänsyn till avståndet mellan järnvägen och nya kontorsbyggnader samt att en gasmolnsexplosion innebär relativt kortvarig påverkan mot planområdet bör fönster utföras i lägst härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter<sup>4</sup>. Ett härdat och laminerat glas innebär även att fönstren klarar viss tryckpåverkan, vilket är aktuellt vid en gasmolnsexplosion. Att ställa krav på glas med brandteknisk klass bedöms inte medföra en bättre säkerhet med hänsyn till dimensionerande olycka. Tvärtom innebär föreslaget glas ett bättre skydd mot tryckpåverkan än ett brandglas.

Det är tillåtet att utföra aktuella fönster öppningsbara. Bedömningen utgår från en sammanvägning av risknivån samt att sannolikheten uppskattas vara låg för att fönster är öppna under längre tid. Det ska observeras att krav på brandklassade fönster enligt BBR generellt innebär att fönstren endast får vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande för att möjliggöra underhåll och rengöring. Det är därför väsentligt att det framgår i detaljplan eller i planbeskrivning att aktuella fönster tillåts vara öppningsbara även utan verktyg, nyckel

<sup>3</sup> EW innebär att byggnadsdelen ska vara brandtät (E) och strålningsreducerande (W). Beckningen W innebär att byggnadsdelen inte ska släppa igenom en genomsnittlig värmestrålning som överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> mätt 1 meter innanför byggnadsdelen. Ett EW-glas reducerar infallande strålning med ca 95 %. Utformningen reducerar värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för antändning av bl.a. lättantändligt material.

<sup>4</sup> Fönster i härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter reducerar den infallande värmestrålningen med ca 30-50 %. Med avseende på aktuella olycksrisker med brännbar gas bedöms den infallande värmestrålningen mot aktuella fönster att vara på en sådan nivå att glaset ej riskerar att spricka p.g.a. långvarig strålning och temperaturhöjning. Utformningen reducerar den infallande värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för antändning av bl.a. lättantändligt material.

*eller liknande. Om detta inte framgår finns risk för att det i byggprocessen uppstår problem om krav på brandklassade fönster formuleras utifrån krav i BBR.*

*Det rekommenderas att ovanstående åtgärder anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.3.*

## Skydd mot gaser

Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att begränsa risken för spridning av brandgaser samt brännbara och giftiga gaser in i byggnader. De åtgärder som ofta föreslås innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på den närliggande riskkällan, t.ex. bort från riskkällan alternativt på tak. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavgängning.

För olycka med brännbara gaser går det enligt ovan att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning.

Andra möjliga åtgärder för att försvåra inläckage av hälsofarlig gas i byggnaderna kan vara att inte göra fönster mot vägen öppningsbara samt att placera gasdetektorer i fasaden mot vägen. Gasdetektorer som placeras i fasaden kan kopplas till ventilationen så att den stängs av vid detektion av gas. Problemet är vilka gaser som ska detekteras. Vissa gaser är tunga och vissa lätta, placeringen av gasdetektorer är därför inte självklar. Gasdetektorer kräver regelbundet underhåll, vilket innebär ytterligare en funktion som ska ingå i byggnadernas drift- och underhållsarbete. Effekten på risknivån av att placera gasdetektorer i fasad är mycket begränsad. Detta i kombination med den kostnad och de osäkerheter i utförande som åtgärden medför innebär att den inte bedöms vara lämplig eller rimlig att genomföra.

*Enligt riskanalysen har olycksrisker med brännbara respektive giftiga gaser relativt stor påverkan på risknivån inom det studerade området.*

*Det är osäkert hur stor riskreducerande effekt som de ventilationstekniska åtgärderna innebär. För olycka med brännbar gas bedöms exempelvis byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning (se ovan) ha större effekt. Åtgärderna bedöms dock normalt innebära relativt låga kostnader och inkräftar inte mer än marginellt på byggnadsutformningen. Nackdelen med åtgärderna är att de kan vara svåra att följa upp och att de inte kan regleras helt som planbestämmelser.*

*Med hänsyn till rimligheten i att vidta åtgärder i förhållande till riskbidraget och risknivå samt de planerade verksamheterna inom det studerade området så rekommenderas att åtgärder som skyddar mot gasspridning vidtas för ny bebyggelse inom planområdet. För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.*

*Det rekommenderas att ventilationstekniska åtgärder anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.3.*

## Skydd mot explosion

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Enligt riskanalysen har olycksrisker med explosiva ämnen samt oxiderande ämnen och organiska peroxider en begränsad påverkan på risknivån inom det studerade området. Frekvenserna för en massexplosion med stora konsekvenser är extremt låga, vilket dels beror på mycket begränsade transportmängder av explosiva ämnen på järnvägen och dels de hårda regler som gäller för transporter av dessa ämnen.

Den riskreducerande effekten av åtgärder som skyddar mot explosioner bedöms vara mycket begränsad. Dessutom bedöms nettotillskottet som de aktuella avstegen från rekommenderade skyddsavstånd innebär vara begränsat eftersom skyddsavstånden i sig har en relativt liten reducerande effekt på större explosionsscenarier.

Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte vara rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner.

### 6.2.3 Skydd av ytor för stadigvarande vistelse utomhus

Enligt avsnitt 6.2.1 så behöver hänsyn till risknivån tas även för obebyggda ytor i närheten av järnvägen.

Om det föreslagna skyddsavståndet enligt avsnitt 6.2.1 till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse uppfylls så görs bedömningen att inga ytterligare säkerhetshöjande åtgärder behöver vidtas.

Om obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus planeras inom 30 meter från järnvägen ska följande åtgärder vidtas:

- ytor ska kunna utrymmas bort från järnvägen utan att t.ex. bakomliggande byggnader innebär långa gångavstånd utmed järnvägen. Detta kan t.ex. lösas med separata byggnadskroppar alternativt med utrymningsmöjlighet genom byggnaderna som är tillgängliga för de som vistas inom de aktuella obebyggda ytor.
- ytor ska utföras med skydd mot brand i form av en avskärmande barriär utmed järnvägen som begränsar den infallande värmestrålningen. Barriären ska vara minst 3 meter hög (höjden ska mätas från spårnivå för befintliga spår). Barriären ska utföras i obrännbart material och vara tät i underkant. Placeringen och utformningen av barriären behöver beakta att säkerheten för tågtrafikanterna inte får påverkas till följd av oeftergivliga hinder.

Obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus inom 30 meter från järnvägen innebär inte några ytterligare krav på skydd mot gaser eller explosion. Under förutsättning att avstånden mellan järnväg och ytor för stadigvarande vistelse inte understiger 15 meter från närmaste befintliga spår (ca 8 meter från till spår) bedöms detta ge ett betryggande skydd mot urspårning. Om stadigvarande vistelse planeras inom 15 meter från järnvägen behöver dock följande beaktas:

- Behovet av urspårningsskydd behöver utredas, t.ex. skyddsräler, förhöjd kantbalk alternativt plattform.

## 6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas. Avstånden mäts från spårmittpå närmaste befintliga genomgående spår (inom parentes anges motsvarande avstånd till närmaste nya spår utifrån förutsättningen att nya spår placeras ca 7 meter i sidled från närmaste spår):

- Nya parkeringshus placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 15 meter (8 meter till nytt spår). Skyddsavståndet avser även parkeringsgarage under mark.
- Nya kontorsbyggnader placeras så att avståndet till närmaste genomgående spår är minst 20 meter (13 meter till nytt spår).
- Ytor mellan bebyggelse och järnvägen ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering. Exempel på markanvändning som inte bör placeras närmast riskkällorna är lekplatser, uteserveringar, torgytor och utegym m.m.
- Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste genomgående spår (23 meter till nytt spår).
- För byggnader som vetter direkt mot järnvägen utan framförliggande bebyggelse ska följande åtgärder vidtas:
  - Utrymningsvägar placeras så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på järnvägen. För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.
  - I parkeringshus inom 30 meter från järnvägen ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster bör undvikas alternativt ska de utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.
  - I kontorsbyggnader ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster och glaspartier ska utformas för att förhindra splitterverkan vid explosion med karakteristiska tryck och impulstäthet motsvarande stor gasmolnexplosion 20 m från fasaden. Fönster ska utföras i lägst härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under 30 minuter.
  - Friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande ska placeras mot tryggsida, d.v.s. bort från riskkälla alternativt på byggnadernas tak. För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.
  - Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell). För parkeringshus gäller kravet för byggnader inom 30 meter från järnvägen.

För obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (torgytor, uteserveringar, lekplatser, utegym m.m.) inom 30 meter från järnvägen och som inte är avskärmade av framförhållande bebyggelse ska följande åtgärder vidtas:

- Utrymning ska vara möjlig bort från järnvägen utan att t.ex. bakomliggande bebyggelse innebär långa gångavstånd utmed järnvägen.
- Avskärmade barriär ska utföras mellan järnväg och aktuella ytor för att skydda mot brandpåverkan. Barriären ska vara minst 3 meter hög och utföras i obrännbart material (tät i underkant).
- Urspårningsskydd ska utredas om avstånd till närmaste genomgående spår understiger 15 meter.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. Åtgärderna ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900). Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

### 6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

Åtgärdernas riskreducerande effekt har studerats med avseende på dess påverkan på den beräknade samhällsrisk. Slutresultatet av beräkningarna redovisas i Bilaga C.

De rekommenderade åtgärderna inom planområdet medför en reducering av samhällsriskerna inom det studerade området. Samhällsriskerna hamnar huvudsakligen under kriteriet för acceptabel risk enligt RIKTSAM. För större olyckor med brännbara och giftiga gaser reducerar åtgärderna konsekvenserna så att risknivån tangerar acceptanskriteriet. För dessa olycksrisker är dock skadeområdena så omfattande att även kringliggande bebyggelse har en betydande del i antalet omkomna.

Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse samt förändrad markanvändning inom planområdet får en begränsad påverkan på samhällsriskerna för det aktuella planområdet och dess omgivning.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

## 7. Slutsatser

Det aktuella planområdet ligger i ett utsatt läge med hänsyn till olycksrisker förknippade med trafiken på järnvägen som går rakt igenom området. Järnvägen är kraftigt trafikerad, hastigheterna är relativt höga och det transporteras omfattande mängder farligt gods. Det uppskattas kunna förekomma transporter av samtliga farligt godsklasser.

Genomförd riskanalys av identifierade risker förknippade med intilliggande riskkällor visar att olycksriskerna har en stor påverkan på risknivån inom det studerade området. Detta gäller framförallt samhällsriskerna. Av de farligt godsklasser som kan påverka risknivån inom planområdet är det främst transporter av brännbara gaser (klass 2.1) och giftiga gaser (klass 2.3) som leder till en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Planerad ny kontorsbebyggelse inom planområdet understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. Nya parkeringshus planeras dessutom inom den, av Länsstyrelsen och Trafikverket, rekommenderade bebyggelsefria zonen utmed järnvägen. Med anledning av den höga risknivån samt aktuella avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade avstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att reducera "nettotillskottet" av oönskade händelser som avsteget medför.

I avsnitt 6.3 redovisas de åtgärder som rekommenderas vid bebyggelse och vid förändrad markanvändning inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i kommande detaljplaner.

Föreslagna åtgärder innebär en kraftig reduktion av samhällsriskerna. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en mycket begränsad påverkan på samhällsriskerna för det aktuella planområdet och dess omgivning.

## 8. Bilagor

**BILAGA A – Frekvensberäkningar**

**BILAGA B – Konsekvensberäkningar**

**BILAGA C – Riskberäkningar**

## 9. Referenser

---

- /1/ Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik, Örebro kommun, godkänd av Programnämnd samhällsbyggnad och antagen av Kommunfullmäktige 25 mars 2015
- /2/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, september 2006
- /3/ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM), Länsstyrelsen Skåne, rapport 2007:06
- /4/ Järnvägen i samhällsplaneringen – Underlag för tillämpning av miljöbalken och plan- och bygglagen, Diarienummer F08-13934/SA20, Banverket 2009
- /5/ Åtgärdsvalsstudie – Järnvägsanläggningen i Örebro, Örebro kommun, Trafikverket, 2015-07-03
- /6/ Uppgifter om trafikflöden erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2016-11-24
- /7/ RID-S 2017 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2016:9, 2017
- /8/ Uppgifter om transporter av farligt gods och trafik för Örebrå södra år 2013-2015, erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2017-01-05
- /9/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007
- /10/ Bantrafik 2015 (Rapportnr 2016:18), Statistikrapport från Trafikanalys
- /11/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002
- /12/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10
- /13/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /14/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001



## Bilaga A - Frekvensberäkningar

<b>Uppdragsnamn</b> Södra station, Örebro		
<b>Uppdragsgivare</b> Stadsbyggnad Örebro kommun	<b>Uppdragsnummer</b> 109876	<b>Datum</b> 2019-07-05
<b>Handläggare</b> Erik Hall Midholm	<b>Egenkontroll</b> EMM 2019-07-05	<b>Internkontroll</b> LSS 2019-07-05

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade området. Frekvensberäkningarna beaktar olycksrisker förknippade med järnvägen som går genom området. Riskanalysen studerar tre olika trafikscenarier, som kommer att påverka riskbilden utmed järnvägen och vilka olycksrisker som kan förekomma:

- Nuläge:** Befintligt spårområde och dagens trafikmängd med både person- och godståg
- Framtid utan gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av enbart persontåg. Godstrafik flyttas till ett yttre godsspår utanför staden.
- Framtid med gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av både person- och godståg.

Frekvensberäkningarna beaktar följande olycksrisker:

	Nuläge	Framtid <u>utan</u> gods	Framtid <u>med</u> gods
<b>Urspårning</b>			
- persontåg	X	X	X
- godståg	X	-	X
<b>Tågbrand</b>			
- persontåg	-	-	-
- godståg	X	-	X
<b>Olycka vid transport av farligt gods</b>			
- Masseexplosiva ämnen (klass 1.1)	X	-	X
- Brännbara gaser (klass 2.1)	X	-	X
- Giftiga gaser (klass 2.3)	X	-	X
- Brandfarliga vätskor (klass 3)	X	-	X
- Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)	X	-	X

## 2. Indata Järnvägen

### 2.1 Allmänt

Det aktuella området angränsar mot Godsstråket genom Bergslagen längs ca 300 meter. På den aktuella sträckan består järnvägen av två spår med genomgående tågtrafik. Spåren är raka. Det finns ett antal växlar mellan spåren dels utmed den aktuella sträckan och strax söder respektive norr om området. Enligt tidigare ligger tågstationen Södra station inom området.

Hastighetsbegränsningen på järnvägen genom Örebro är 110 km/h för persontåg och 100 km/h för godståg. Hastigheten för persontåg är dock generellt lägre då samtliga tåg stannar vid Örebro Central och en stor andel dessutom stannar vid Södra station.

Järnvägen trafikeras i nuläget av både persontåg (regionaltåg) och godståg.

Framtid

Järnvägen kan behöva byggas ut i framtiden för att tillgodose nya tågförbindelser och tågssystem, till exempel snabbtåg på sträckan Oslo-Stockholm och ett större tågutbud mellan Örebro, Karlskoga och Karlstad. Järnvägen kan komma att trafikeras med både snabbtåg, regionaltåg och pendeltåg samt godståg.

Trafikverket har genomfört en åtgärdsvalsstudie för Järnvägen i Örebro /1/. I studien analyseras olika framtida utformningar av järnvägsanläggningarna utifrån en tänkt framtida trafikering och anslutningar mot industrispår samt den tänkta tågdepån för regionaltåg i Aspholmen. Studien föreslår en inriktning för fortsatt arbete där alternativet inte innebär fler spår över Svartån men däremot förlängs plattformarna på Södra station och dessutom byggs en planskild anslutning till plattformarna för att öka trafiksäkerheten. I den fördjupade översiktsplanen för Järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik /2/ anges dock att Örebro kommun ser ett fortsatt framtida behov av ytterligare spår över Svartån liksom genom hela Örebro för att på sikt kunna öka kapaciteten och möjliggöra för ett framtida snabbtåg. Därför reserveras mark närmast spåren för att möjliggöra fler spår i framtiden.

Den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska passera genom Örebro kommun. Kommunen har tillsammans med kommunerna i Kristinehamn, Karlskoga och Lekeberg fått konsultstöd från företaget Norsk Bane för att göra en utredning som visar en möjlig sträckning av järnvägen genom dessa kommuner. Förslaget innebär att höghastighetsbanan dras parallellt med befintliga spår genom Örebro stadskärna.

I figur A.1 redovisas föreslagen spårdragning i höjd med Södra station. De nya spåren placeras minst 7,2 meter från närmaste befintliga spår i sidled.

Söder om området viker höghastighetsbanan av västerut vilket innebär att det östra spåret ska passera befintliga spår på en brokonstruktion. Föreslagen spårutformning innebär att båda nya spåren planeras att gå på bro genom det aktuella planområdet. Brokonstruktionerna börjar strax söder om överfarten över Hertig Karls Allé och har en lutning på 2 %. För järnväg på bro finns det krav på urspårningsskydd, i form av antingen skyddsräler eller förhöjd kantbalk enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) föreskrifter BVF 586.65 /3/.

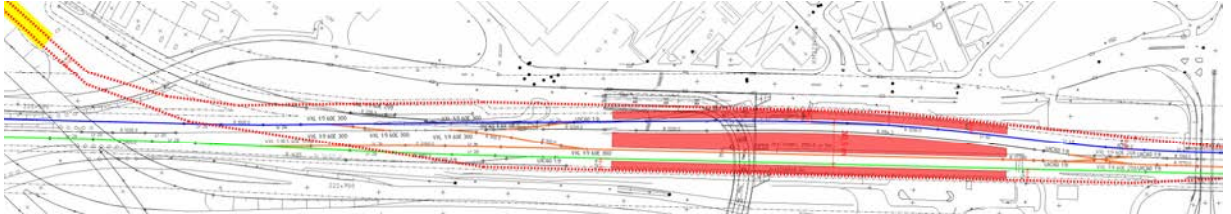
---

/1/ Åtgärdsvalsstudie – Järnvägsanläggningen i Örebro, Örebro kommun, Trafikverket, 2015-07-03

/2/ Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik, Örebro kommun, godkänd av Programnämnd samhällsbyggnad och antagen av Kommunfullmäktige 25 mars 2015

/3/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10

Kommunens strategi är att på sikt flytta godstågstrafiken till ett yttre godsspår utanför staden för att på så sätt minska bullerstörningarna och förbättra förutsättningarna att utveckla järnvägsområdet med bebyggelse närmare spåren. Det råder dock stor osäkerhet kring godstrafiken och även vad en snabbtågsförbindelse genom staden innebär. Med anledning av osäkerheterna kring den framtida trafiksituationen på järnvägen kommer riskanalysen att, enligt avsnitt 1, studera tre olika trafikscenarier: Nuläge, Framtid utan gods respektive Framtid med gods.



*Figur A.1. Förslag till utformning av spårområde i höjd med Södra station vid utbyggnad av höghastighetsbana (Arbetsmaterial daterat 2019-03-28).*

*Blåa och gröna markeringar visar befintliga genomgående huvudspår.*

*Rödprickade markeringar visar höghastighetsbanans nya spår.*

Enligt uppgifter från Trafikverket väntas hastighetsbegränsningen för en utbyggd järnväg kunna ökas till 130 km/h för persontåg. Hastighetsbegränsningen för godståg förblir 100 km/h.

## 2.1.1 Tågtrafik

Enligt uppgifter från Trafikverket går det idag i genomsnitt 110 persontåg och 75 godståg per dygn (vardag) på den aktuella sträckan genom det studerade området /4/. Detta motsvarar i genomsnitt ca 33 100 persontåg och 19 500 godståg per år. Uppskattningen utgår från förutsättningen att godstrafik huvudsakligen sker under vardagsdygn samt att det genomsnittliga antalet persontåg under helgdygn är mindre än hälften i förhållande till vardagsdygn.

Trafikverkets prognos för år 2040 är 132 persontåg och 103 godståg per dygn /43/. För trafikscenariot Framtid med gods motsvarar detta i genomsnitt ca 39 800 persontåg och 26 800 godståg per år.

Enligt VTI-rapport 387:2 /5/ utgör persontåg i medel 10 vagnar och godståg utgörs av ca 30 vagnar.

## 2.1.2 Transport av farligt gods

Av godståg som går på den aktuella sträckan medför ett antal vagnar som rymmer farligt gods. Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transporteras på järnväg.

Frekvensberäkningarna kommer att utgå från nationell statistik där antalet vagnar med farligt gods samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella järnvägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung tågtrafik i Sverige som transporterar farligt gods.

/4/ Uppgifter om trafikflöden erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2016-11-24

/5/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994

Information har hämtats från Trafikanalys som bland annat ansvarar för statistik inom området bantrafik. Utifrån statistik över godsmängd per farligt godsklass under femårsperioden 2011-2015 /6/ uppskattas det totala antalet farlig godsvagnar respektive antalet vagnar med respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 4,9 % av den totala godsmängden. För den aktuella järnvägen motsvarar detta ca 27 560 farligt godsvagnar per år för trafikscenariot Nuläge respektive ca 37 840 farligt godsvagnar per år för trafikscenariot Framtid med gods. För trafikscenariot Framtid utan gods förutsätts det inte förekomma farligt gods på sträckan.

Utifrån ovanstående underlag görs en uppskattning av antalet vagnar med farligt gods per år på den aktuella järnvägssträckan fördelat på respektive klass, se tabell A.1.

Tabell A.1. Uppskattat antal vagnar med farligt gods per år på aktuell järnvägssträcka för trafikscenarierna Nuläge respektive Framtid med gods.

Klass	Andel	Uppskattat antal godsvagnar med farligt gods per år	
		Nuläge	Framtid
1. Explosiva ämnen och föremål	0,10% *	29	39
2. Gaser	25,0%	7174	9853
3. Brandfarliga vätskor	38,1%	10905	14976
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,9%	1130	1552
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15,6%	4459	6123
6. Giftiga ämnen	2,1%	595	818
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	4	6
8. Frätande ämnen	15,2%	4346	5968
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,2%	44	61
<b>Totalt</b>		<b>28657</b>	<b>39356</b>

\* I statistiken från Trafikanalys är de redovisade mängderna explosivämnen extremt små. Det antas dock att enstaka transport med farligt gods klass 1 kan förekomma.

### 3. Beräkningar järnvägsolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka på den aktuella järnvägssträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot urspårning, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

#### 3.1 Urspårning

En urspårning kan medföra att de urspårade järnvägsvagnarna hamnar en bit från spåret. Urspårningen kan då leda till skador inom planområdet även om tåget inte rymmer farligt gods. Huruvida personer i planområdet skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning.

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande olyckskvoter för urspårning förknippade med tågtyp samt spårutformning enligt uppgifter som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /7/*:

	<u>Spår utan växlar</u>	<u>Spår med växlar</u>
Persontåg:	$0,25 \cdot 10^{-8}$ per tågkm	$2,5 \cdot 10^{-8}$ per tågkm
Godståg	$2,5 \cdot 10^{-8}$ per tågkm	$25 \cdot 10^{-8}$ per tågkm

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt /8/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

Frekvensen för urspårning har beräknats utifrån indata i avsnitt 2.1.1 och sammanställs i tabell A.2. Frekvensen beräknas för persontåg respektive godståg på en 1 km järnvägssträcka i anslutning till det aktuella planområdet. Beräkningarna utgår från olyckskvot för spår med växlar.

Tabell A.2. Beräknad frekvens för urspårning på aktuell sträcka med gällande tågtrafik (1 km).

Scenario	Olycksfrekvens (per år)		
	Nuläge	Framtid utan gods	Framtid med gods
Urspårning persontåg	8,3E-04	1,0E-03	1,0E-03
Urspårning godståg	4,9E-03	0,0E+00	6,7E-03
<b>Totalt</b>	<b>5,7E-03</b>	<b>1,0E-03</b>	<b>7,7E-03</b>

Utslaget på den totala tågtrafiken så innebär ovanstående urspårningsfrekvenser en genomsnittlig olyckskvot på ca  $1,1 \cdot 10^{-7}$  per tågkm för trafikscenario Nuläge respektive Framtid med gods samt  $2,5 \cdot 10^{-8}$  per tågkm för trafikscenario Framtid utan gods.

Ovanstående värden kan jämföras med statistik över bantrafikskador /9/ respektive bantrafik /65/. Om man dividerar samtliga inrapporterade urspårningar med totala antalet tågkilometer (persontåg och godståg) under perioden 2001-2015 så blir den genomsnittliga olyckskvoten  $6,6 \cdot 10^{-8}$  per tågkm. Statistiken över bantrafikskador redovisar dock ingen fördelning mellan persontåg och godståg.

/7/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

/8/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

/9/ Bantrafikskador 2015 (Statistikrapport 2016:20), Trafikanalys

Vid en urspårning så är det troligaste följdscenariot att ett hjulpar hoppar av rälen och tåget förblir upprätt inom några enstaka meter från spåret. Sannolikheten att de urspårade vagnarna lämnar spårområdet är begränsad. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan dock tåget spåra ur och hamna utanför spårområdet. Då kan människor utomhus skadas om de står i vägen för tåget. Om tåget kör in i byggnader nära spårområdet kan delar av byggnaden skadas.

Skadeområdet understiger i princip alltid 25 meter vinkelrätt ut från spåret (om järnvägen ligger mycket högre än omgivningen kan skadeområdet bli större). Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är mycket låg.

De fortsatta frekvensberäkningarna för urspårning och dess påverkan på kringliggande bebyggelse utförs utifrån den metodik som redovisas i UIC Code 777-2 R /76/.

I tabell A.2 ovan redovisas urspårningsfrekvensen för urspårning på en 1 km lång järnvägssträcka i höjd med det aktuella planområdet. Vid beräkning av hur mycket urspårningen påverkar risknivån inom områdena utmed järnvägen och sannolikheten för att ett urspårat tåg kolliderar med intilliggande bebyggelse används först en reducerande faktor som motsvarar den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret. Denna faktor beräknas som  $V^2/80$ , där  $V$  är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället.

**Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse per år ( $F_1$ )** beräknas med följande ekvation:

$$F_1 = F_r \times d \times 10 \quad \text{där}$$

$F_r$  = urspårningsfrekvens per km (se tabell A2)

$d$  = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som  $V^2/80$ , där  $V$  är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

$$d_{\text{persontåg}} = 110^2/80 = 150 \text{ m} \quad (\text{framtid: } d_{\text{persontåg}} = 130^2/80 = 210 \text{ m})$$

$$d_{\text{godståg}} = 100^2/80 = 125 \text{ m}$$

**Sannolikheten för kollision med byggnad** kan beräknas som funktion av avståndet från spåret enligt följande ekvation (ekvationen avser dubbelspår):

$$P_2 = \left( \left( \frac{b-a}{b} \right)^2 + \left( \frac{b-(a+4,2)}{b} \right)^2 \right) \times 0,25 \times \frac{c}{d} \quad \text{där:}$$

$d$  = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som  $V^2/80$ , där  $V$  är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

$b$  = det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som  $V^{0,55}$

$$b_{\text{persontåg}} = 110^{0,55} = 13,3 \text{ m} \quad (\text{framtid: } b_{\text{persontåg}} = 130^{0,55} = 14,5 \text{ m})$$

$$b_{\text{godståg}} = 100^{0,55} = 12,5 \text{ m}$$

$a$  = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmittpunkt och byggnad

$c$  = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd  $a$ , vilket beräknas med ekvationen:

$$c = \frac{d}{b} \times (b - a) \quad \text{om } b > a. \quad \text{Är } b < a \text{ blir } c = 0.$$

Sannolikheten för byggnadskollaps till följd av kollision beräknas vidare med följande ekvation:

$$P_3 = \left(1 - \frac{2}{3} \times \frac{t \times (2b - 2a - t)}{(b - a)^2}\right) \times \alpha \quad \text{för} \quad b - t - a > 0 \quad \text{där}$$

t = det vinkelräta avståndet (m) från spåret där den urspårade vagnens hastighet sjunkit under 60 km/h, vilket beräknas med ekvationen:

$$t = \frac{a \times d'}{d - d'}$$

a = se ovan

d' = det, längs spåret, längsta avståndet som den urspårade vagnen kan gå, där hastigheten fortfarande överstiger eller är lika med 60 km/h. Antaget 45 m / ~~76~~ /.

α = sannolikheten för ras beroende av konstruktionens robusthet. α = 1 innebär att alla kollisioner där hastigheten överstiger 60 km/h leder till ras.

Utformningen av spårområdet utmed planområdet, innebär att sannolikheten för skador inom området till följd av en urspårning begränsas. Bredden på spårområdet, hastighetsgräns på sträckan, samt utformningen av ytan mellan järnvägen och planområdet innebär att risknivån inom den östra delen av planområdet främst påverkas av en urspårning på det östra spåret. Motsvarande gäller att för risknivån inom den västra delen av planområdet så är det främst endast en urspårning på det västra spåret som kan påverka. Detta hanteras genom ekvation P<sub>2</sub> som avser dubbelspår.

Vid framtida utbyggnad av spårområdet med två nya spår bedöms spårområdet bli så stort att det endast är urspårning på de två östra spåren som kan påverka risknivån inom den östra delen av planområdet. Motsvarande gäller att för risknivån inom den västra delen av planområdet så är det endast urspårning på de två västra spåren som påverkar risknivån. Spårområdets bredd innebär att urspårning på de två östra spåren har mycket begränsad påverkan på risknivån inom planområdets västra delar och vice versa för urspårning på de västra spåren. I beräkningarna förutsätts då en jämn fördelning av tågtrafiken i respektive riktning, d.v.s. 50 % av tågen antas trafikera de två östra spåren, respektive de två västra spåren.

Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse som kan påverka planområdet beräknas nedan. Beräkningarna utgår från urspårningsfrekvenser enligt tabell A.2. För framtida trafikscenarier har frekvenserna dividerats med en faktor 2 utifrån ovanstående resonemang.

### Nuläge:

$$F_{1, \text{ persontåg}} = 8,3 \cdot 10^{-4} \times 150 \times 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ per år}$$

$$F_{1, \text{ godståg}} = 4,9 \cdot 10^{-3} \times 125 \times 10^{-3} = 6,1 \cdot 10^{-4} \text{ per år}$$

### Framtid utan gods

$$F_{1, \text{ persontåg}} = (50\% \times 1,0 \cdot 10^{-3}) \times 210 \times 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ per år}$$

$$F_{1, \text{ godståg}} = - = -$$

### Framtid med gods

$$F_{1, \text{ persontåg}} = (50\% \times 1,0 \cdot 10^{-3}) \times 210 \times 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ per år}$$

$$F_{1, \text{ godståg}} = (50\% \times 4,9 \cdot 10^{-3}) \times 125 \times 10^{-3} = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ per år}$$

I tabell A.3 (Nuläge) och A.4 (Framtid) redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på urspårning på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.3. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka– Nuläge.

a (meter)	Persontåg				Godståg			
	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)	Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)	Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)
0	36,7%	100,0%	4,6E-05	4,6E-05	36,1%	100,0%	2,2E-04	2,2E-04
1	28,3%	95,5%	3,6E-05	3,4E-05	27,4%	93,7%	1,7E-04	1,6E-04
2	21,3%	90,4%	2,7E-05	2,4E-05	20,3%	86,6%	1,2E-04	1,1E-04
3	15,6%	84,5%	2,0E-05	1,7E-05	14,5%	78,6%	8,9E-05	7,0E-05
4	11,1%	77,9%	1,4E-05	1,1E-05	10,0%	69,6%	6,1E-05	4,2E-05
5	7,5%	70,2%	9,4E-06	6,6E-06	6,6%	59,7%	4,0E-05	2,4E-05
6	4,8%	61,5%	6,1E-06	3,7E-06	4,1%	49,2%	2,5E-05	1,2E-05
7	2,9%	51,8%	3,7E-06	1,9E-06	2,3%	39,2%	1,4E-05	5,5E-06
8	1,6%	41,8%	2,0E-06	8,5E-07	1,2%	33,4%	7,4E-06	2,5E-06
9	0,8%	34,1%	1,0E-06	3,6E-07	0,6%	0,0%	3,6E-06	0,0E+00
10	0,4%	0,0%	5,1E-07	0,0E+00	0,3%	0,0%	1,8E-06	0,0E+00
11	0,2%	0,0%	2,7E-07	0,0E+00	0,2%	0,0%	1,1E-06	0,0E+00
12	0,1%	0,0%	1,7E-07	0,0E+00	0,1%	0,0%	6,0E-07	0,0E+00
13	0,0%	0,0%	5,6E-08	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
14	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
15	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00

Tabell A.4. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka– Framtid.

a (meter)	Persontåg				Godståg			
	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)	Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)	Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)
0	37,6%	100,0%	4,0E-05	4,0E-05	36,1%	100,0%	1,5E-04	1,5E-04
1	29,8%	97,4%	3,1E-05	3,0E-05	27,4%	93,7%	1,1E-04	1,1E-04
2	23,1%	94,4%	2,4E-05	2,3E-05	20,3%	86,6%	8,5E-05	7,4E-05
3	17,6%	91,0%	1,8E-05	1,7E-05	14,5%	78,6%	6,1E-05	4,8E-05
4	13,0%	87,0%	1,4E-05	1,2E-05	10,0%	69,6%	4,2E-05	2,9E-05
5	9,3%	82,4%	9,8E-06	8,0E-06	6,6%	59,7%	2,7E-05	1,6E-05
6	6,4%	77,1%	6,7E-06	5,2E-06	4,1%	49,2%	1,7E-05	8,3E-06
7	4,2%	70,7%	4,4E-06	3,1E-06	2,3%	39,2%	9,7E-06	3,8E-06
8	2,6%	63,2%	2,7E-06	1,7E-06	1,2%	33,4%	5,1E-06	1,7E-06
9	1,5%	54,3%	1,5E-06	8,4E-07	0,6%	0,0%	2,5E-06	0,0E+00
10	0,8%	44,2%	8,1E-07	3,6E-07	0,3%	0,0%	1,3E-06	0,0E+00
11	0,4%	35,0%	3,9E-07	1,4E-07	0,2%	0,0%	7,8E-07	0,0E+00
12	0,2%	0,0%	2,0E-07	0,0E+00	0,1%	0,0%	4,1E-07	0,0E+00
13	0,1%	0,0%	1,2E-07	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
14	0,1%	0,0%	6,3E-08	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
15	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00



### 3.2 Tågbrand

I underredet till en järnvägsvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder i tåg är bland annat tekniska fel som t.ex. el-, motor- eller bromsfel. Tågbränder kan också starta inne i järnvägsvagnen, till följd av t.ex. elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Sannolikheten för en tågbrand (oavsett omfattning) bedöms vara relativt hög. Om man studerar det totala antalet inrapporterade tågbränder så är den genomsnittliga olyckskvoten troligtvis högre än t.ex. en urspårning. Enligt statistik från Trafikverket var den genomsnittliga olyckskvoten för brand i järnvägsfordon mellan 1997-2006 ca 1,1 per 10 miljoner tågkilometer (kvoten varierar mellan 0,6-1,6 per 10 miljoner tågkm under de studerade åren), d.v.s.  $1,1 \cdot 10^{-7}$  per tågkm /10/. Detta kan jämföras med olyckskvoterna för urspårning som redovisas i avsnitt 3.1.

I förhållande till olyckskvoterna för urspårning bedöms dock persontåg ha en betydligt högre inverkan i olyckskvoten för tågbrand. Dessutom ska det beaktas att det är en mycket begränsad andel av tågbränderna som blir så omfattande att de riskerar att påverka kringliggande områden. Olyckskvoten ovan bygger på alla anmälda tågbränder, vilket även inkluderar rökutveckling. Givet "brand" enligt dessa förutsättningar bedöms sannolikheten för en utvecklad brand som sprids till lasten vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 10 %. Sannolikheten för att förhållandena är sådana att branden leder till en mycket omfattande godsbrand bedöms vara ännu lägre, uppskattningsvis lägre än 1 %.

I tabell A.5 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.5. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på aktuell järnvägssträcka.

Scenario	Frekvens [per år]		
	Nuläge	Framtid utan gods	Framtid med gods
Brand i godståg	2,2E-03	0,0E+00	3,0E-03
Liten tågbrand (inkl. rökutveckling)	2,0E-03	0,0E+00	2,7E-03
Stor tågbrand (spridning till gods)	2,2E-04	0,0E+00	3,0E-04
Mycket stor tågbrand	2,2E-05	0,0E+00	3,0E-05

### 3.3 Järnvägsolycka med farligt gods

Olycksfrekvensen för järnvägsolycka med farligt gods beräknas utifrån samma metodik som redovisas i avsnitt 3.1. Frekvensberäkningarna för olycka med godståg innefattar även farligt godsvagnar. Sannolikheten för att en farligt godsvagn ingår i det olycksdrabbade tåget och påverkas av olyckan beräknas utifrån andelen farligt godsvagnar i förhållande till det totala antalet godsvagnar (X).

Enligt avsnitt 2.1.2 utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 4,9 % av den totala godstrafiken. Detta gäller för trafikscenario Nuläge samt för trafikscenario Framtid med gods. För trafikscenario Framtid utan gods förutsätts det inte förekomma farligt gods på sträckan.

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur /11/. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas utifrån följande ekvation:

$$P = 1 - (1-X)^{3,5} = 1 - (1-0,049)^{3,5} = 16 \%$$

/10/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006

/11/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

I tabell A.6 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med farligt gods godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. fördelningen av olyckor mellan de olika farligt godsklasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass.

Tabell A.6. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad järnvägssträcka.

Scenario	Andel	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]	
		Nuläge	Framtid med gods
Klass 1	0,1%	7,9E-07	1,1E-06
Klass 2	25,0%	2,0E-04	2,7E-04
Klass 3	38,1%	3,0E-04	4,1E-04
Klass 4	3,9%	3,1E-05	4,3E-05
Klass 5	15,6%	1,2E-04	1,7E-04
Klass 6	2,1%	1,6E-05	2,2E-05
Klass 7	0,0%	1,2E-07	1,6E-07
Klass 8	15,2%	1,2E-04	1,6E-04
Klass 9	0,2%	1,2E-06	1,7E-06
<b>Totalt</b>		<b>7,9E-04</b>	<b>1,1E-03</b>

### 3.3.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /12/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Av klass 1 antas, i enlighet med RIKTSAM /13/, 25 % utgöra massexplosiva ämnen (klass 1.1) och 75 % utgör övriga riskgrupper.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. I RID-S anges ingen gräns för hur stora transportmängder massexplosiva ämnen som tillåts på järnväg. Som maxgräns brukar dock ansättas till 20-25 ton massexplosivt ämne per godsvagn. Hur stor andel av transportererna som rymmer så stora mängder är dock oklart.

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten:

/12/ RID-S 2017 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2016:9, 2017

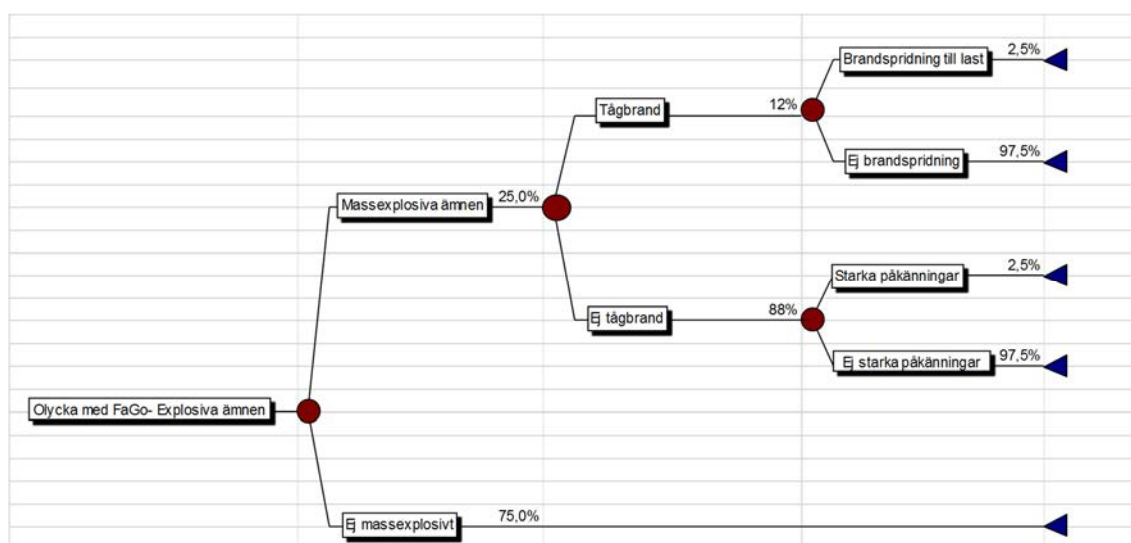
/13/ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM), Länsstyrelsen i Skåne län, 2007

- Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport /1244/. Utifrån detta bedöms det vara mycket låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Sannolikheten för stora påkänningar är dessutom beroende av utformningen av området utmed järnvägen. Det antas grovt att sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid en urspårning motsvarar sannolikheten för en urspårning där tåget hamnar längre än 5 meter från spåret samt har så stor kollisionskraft att det finns risk för byggnadskollaps (se tabell A.3). Utifrån detta uppskattas sannolikheten för stora påkänningar till ca 2-3 %.
- Utifrån underlaget som redovisas i avsnitt 2.1.2 och 3.2 uppskattas frekvensen för en tågbrand i en godsvagn med massexplosiva ämnen:

Scenario	Frekvens (per år)	
	Nuläge	Framtid med gods
Tågbrand i godståg (se tabell A.5)	2,2E-03	3,0E-03
Tågbrand i vagn med farligt gods (4,9% av godstrafik)	$2,2E-03 \times 4,9\% = 1,1E-04$	$3,0E-03 \times 4,9\% = 1,5E-04$
Tågbrand i vagn med explosivämnen (0,1% av farligt gods)	$1,1E-04 \times 0,1\% = 1,1E-07$	$1,5E-04 \times 0,1\% = 1,5E-07$
Tågbrand i vagn med massexplosiva ämnen (25% av klass 1)	$1,1E-07 \times 25\% = 2,7E-08$	$1,5E-07 \times 25\% = 3,7E-08$

Med hänsyn till gällande regler enligt RID-S uppskattas sannolikheten för att en tågbrand växer sig stor och riskerar att spridas till lasten vara maximalt 2-3 % (d.v.s. en fjärdedel av vad som antas för en "vanlig godsvagn" enligt avsnitt 3.2).

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.7. Den totala frekvensen för olycka med explosiva ämnen utgörs av frekvensen för järnvägsolycka med explosivämnen enligt tabell A.6 + frekvensen för tågbrand i vagn med explosiva ämnen, se ovan. Sannolikheten för tågbrand utgår från förhållandet mellan dessa två delfrekvenser.



Figur A.1. Händelsetråd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Nuläge	Framtid med gods
<b>Järnvägsolycka med klass 1. Explosiva ämnen</b>	<b>8,9E-07</b>	<b>1,2E-06</b>
Urspårning	7,9E-07	1,1E-06
Tågbrand	1,1E-07	1,5E-07
<b>Järnvägsolycka med klass 1.1 massexplosiva ämnen (25% av klass 1)</b>	<b>2,2E-07</b>	<b>3,1E-07</b>
<b>Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)</b>	<b>5,6E-09</b>	<b>7,7E-09</b>
- P.g.a. tågbrand	6,7E-10	9,3E-10
- P.g.a. starka påkänningar	4,9E-09	6,7E-09

### 3.3.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3)

Studerad statistik från Trafikanalys /65/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I en kartläggning som MSB utförde i september år 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /14/. Enligt denna kartläggning består den allra största andelen av klass 2.1 på den aktuella järnvägssträckan, ca 85 %. Kartläggningen redovisar en begränsad andel klass 2.2, < 1 %. Andelen klass 2.3 är relativt hög på den aktuella sträckan, ca 15 % (normalt utgör dessa transporter en begränsad andel).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är mycket låg. Generellt gäller att tjockväggiga tankar har en sannolikhet för läckage som är 1/30 av den för tunnväggiga tankar /11/. I /11/ anges en fördelning mellan litet, medelstort respektive stort utsläpp för tunnväggiga respektive tjockväggiga järnvägstankar. För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 %.

Observera att det i /11/ redovisas en *not* att de sannolikheter som är angivna för tjockväggiga tankar främst har angetts för att markera att sannolikheten för utsläpp är mycket nära 0. Med hänsyn till detta kommer utsläppsfördelningen att utgå från ovanstående uppgifter om en generell reducering av sannolikheten för utsläpp från tjockväggiga tankar i förhållande till tunnväggiga tankar. För tjockväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp då 1 %.

I konsekvensberäkningarna studeras endast litet respektive stort läckage. Sannolikheten för medelstort utsläpp (20,8 % givet utsläpp enligt /11) fördelas jämnt mellan dessa två skadescenarier. Sannolikheten för litet (punktering) respektive stort utsläpp givet olycka är då ca 0,7 % respektive ca 0,3 %.

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där hela en tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

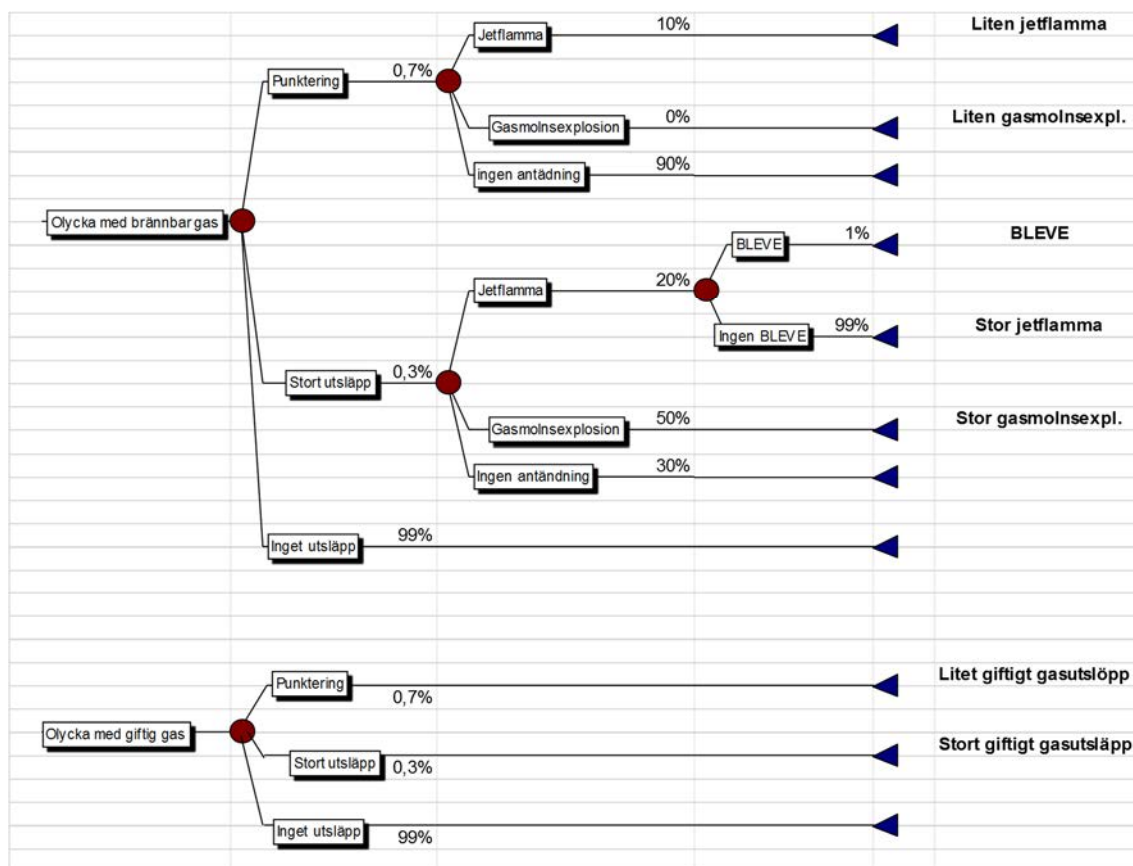
Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelingsstatistik /15/:

	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil om exempelvis en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken. Sannolikheten för att förhållandena kring detta scenario är sådana att en BLEVE uppstår bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 %. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: litet utsläpp respektive stort utsläpp.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.8.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av gas (klass 2).

Överst: Klass 2.1. Brännbar gas

Underst: Klass 2.3. Giftig gas

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Nuläge	Framtid med gods
<b>Järnvägsolycka med klass 2.1</b> (85% av klass 2)	<b>1,7E-04</b>	<b>2,3E-04</b>
Liten jetflamma	1,2E-07	1,7E-07
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	9,0E-08	1,2E-07
Stor gasmolnsexplosion	2,3E-07	3,1E-07
BLEVE	9,1E-10	1,2E-09
<b>Järnvägsolycka med klass 2.3</b> (15% av klass 2)	<b>3,0E-05</b>	<b>4,1E-05</b>
Litet utsläpp giftig gas	2,2E-07	3,0E-07
Stort utsläpp giftig gas	8,0E-08	1,1E-07

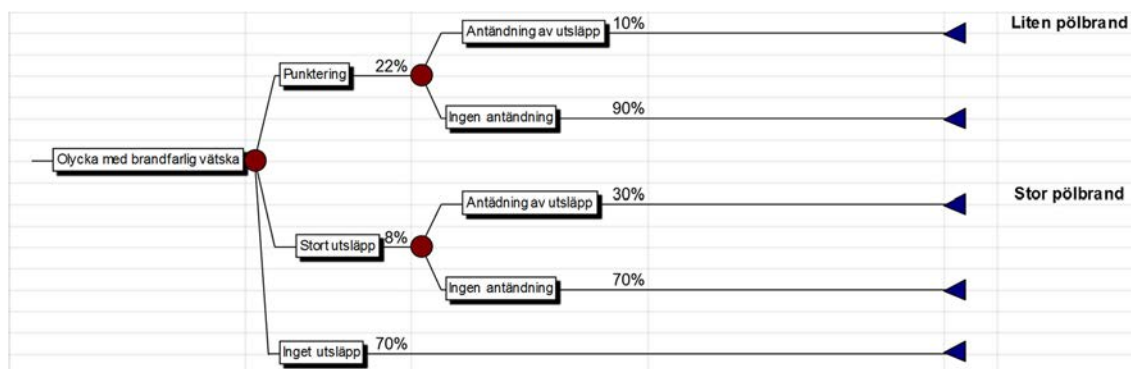
### 3.3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar, se avsnitt 3.3.2. För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 % /11/.

I konsekvensberäkningarna studeras litet respektive stort läckage. Sannolikheten för medelstort utsläpp (20,8 % givet utsläpp enligt /11) fördelas jämnt mellan dessa två skadescenarier. Sannolikheten för litet respektive stort utsläpp givet olycka är då ca 22 % respektive ca 8 %.

Sannolikheten för att ett litet (punktering) respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /15/.

Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarioer har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.9.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.9. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Nuläge	Framtid med gods
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	3,0E-04	4,1E-04
Liten pölbrand	6,5E-06	9,0E-06
Stor pölbrand	7,3E-06	1,0E-05

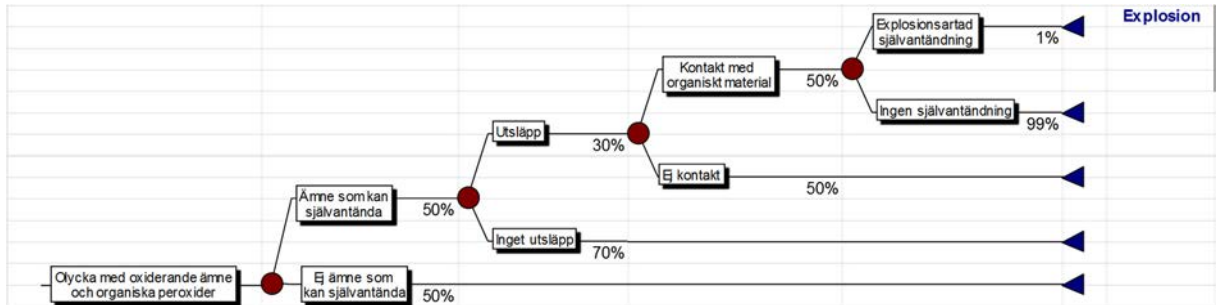
### 3.3.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt regelverket RID-S /1244/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen antas transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 30 % (25 + 5 %). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.10.



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.10. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Nuläge	Framtid med gods
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	1,2E-04	1,7E-04
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	9,2E-08	1,3E-07



## Bilaga B - Konsekvensberäkningar

## Uppdragsnamn

Södra station, Örebro

## Uppdragsgivare

Stadsbyggnad Örebro kommun

## Uppdragsnummer

109876

## Datum

2019-07-05

## Handläggare

Erik Hall Midholm

## Egenkontroll

EMM 2019-07-05

## Internkontroll

LSS 2019-07-05

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade området.

Konsekvensberäkningarna beaktar olycksrisker förknippade med järnvägen som går genom området. Riskanalysen studerar tre olika trafikscenarier, som kommer att påverka riskbilden utmed järnvägen och vilka olycksrisker som kan förekomma:

**Nuläge:** Befintligt spårområde och dagens trafikmängd med både person- och godståg.

**Framtid utan gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av enbart persontåg. Godstrafik flyttas till ett yttre godsspår utanför staden.

**Framtid med gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm, se figur 3.1. Järnvägen trafikeras av både person- och godståg.

Konsekvensberäkningarna beaktar följande olycksrisker:

	Nuläge	Framtid <u>utan</u> gods	Framtid <u>med</u> gods
<b>Urspårning</b>			
- Persontåg	X	X	X
- Godståg	X	-	X
<b>Tågbrand</b>			
- Persontåg	-	-	-
- Godståg	X	-	X
<b>Olycka vid transport av farligt gods</b>			
- Masseexplosiva ämnen (klass 1.1)	X	-	X
- Brännbara gaser (klass 2.1)	X	-	X
- Giftiga gaser (klass 2.3)	X	-	X
- Brandfarliga vätskor (klass 3)	X	-	X
- Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)	X	-	X

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten **individrisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

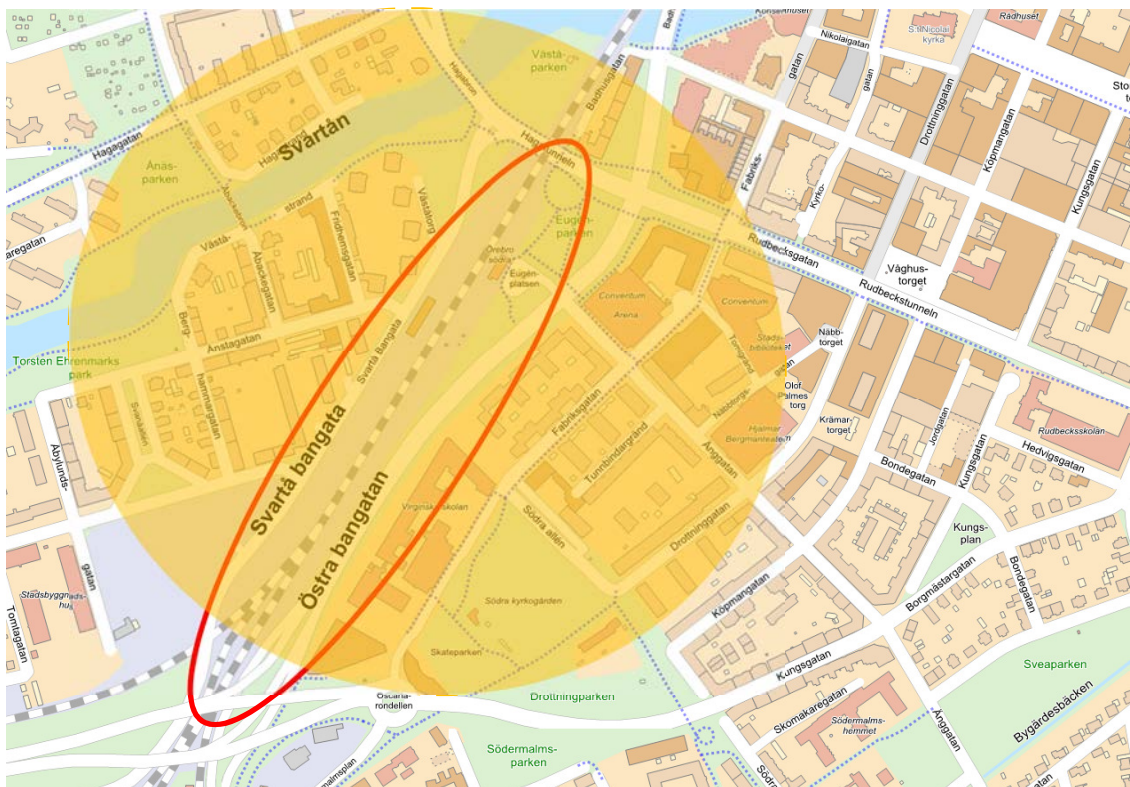
## 2. Förutsättningar

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse) respektive för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse).

Figur B.1 visar det aktuella området som studeras i denna riskanalys samt dess närmaste omgivning. Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna kommer avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för planområdet, se markering i figuren.

Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300-400 meter radie kring riskkällan), se markering i figur B.1.



Figur B.1. Området för stadsutveckling vid Södra station, Örebro. Det studerade området är inringat med rött. Den skuggade cirkeln markerar omfattning av området som studeras i konsekvensberäkningarna och motsvarar maximalt skadeområde för aktuella skadescenarier.

## 2.1 Södra stationsområdet

Det aktuella området omfattar sammanlagt ca 85 000 m<sup>2</sup>, vilket inkluderar järnvägsområdet. En relativt stor del utgör dessutom gatumiljö. Öster om järnvägen omfattas ca 16 000 m<sup>2</sup> av planområdet av markanvändning i form av ny bebyggelse, torg eller park. Väster om järnvägen är motsvarande yta ca 7 200 m<sup>2</sup>. Området ligger i nivå med järnvägen. Järnvägsområdet, inkl. stickspår, är idag ca 25-30 meter brett.

De avstånd som redovisas till bl.a. bebyggelse i nedanstående avsnitt avser avstånd till närmaste befintliga genomgående spår med tänkt bebyggelsestruktur enligt figur B.2. Enligt huvudrapporten föreslås att den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska dras parallellt med befintliga spår genom Örebro stadskärna. Föreslagen spårdragning innebär ett tillkommande genomgående spår på respektive sida om befintliga genomgående spår. De nya spåren placeras minst 7,2 meter från närmaste befintliga spår i sidled.

Detta innebär att för de studerade trafikscenarierna *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods* så är avstånden till bl.a. bebyggelse 7,2 meter kortare än vad som redovisas i nedanstående avsnitt. Föreslagen spårutformning innebär att båda nya spåren planeras att gå på bro genom det aktuella planområdet.

Det förutsätts att godstrafiken kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad.

### 2.1.1 Nollalternativ

I dagsläget omfattar området huvudsakligen obebyggda grönytor (Eugénparken och Väståparken) samt markparkering.

De enda byggnaderna inom området utgörs av själva stationsbyggnaden öster om järnvägen samt ett godsmagasin väster om järnvägen. Stationsbyggnaden och markparkering ligger ca 7 meter från närmaste genomgående spår. Godsmagasinet och markparkering väster om järnvägen ligger ca 16 meter från närmaste genomgående spår.

Den befintliga bebyggelsen och markanvändningen innebär inte någon stadigvarande vistelse inom området. Persontätheten är normalt mycket låg på båda sidor om järnvägen. Den genomsnittliga persontätheten uppskattas till ca 0,005 personer per kvadratmeter inom området (d.v.s. ca 1 person per 200 m<sup>2</sup>). Detta motsvarar totalt ca 120 personer.

Detta bedöms dock uppnås vid enstaka tillfällen. Nattetid antas området i stort sett vara tomt.

### 2.1.2 Utförandealternativ

Inom det studerade området planeras för en utveckling av Södra station samt ny bebyggelse som binder ihop stationen med övriga staden, se figur B.2.



Figur B.2. Illustrationsplan för ny bebyggelse samt lösningar för gång och cykel, taxi, bil och buss, service för resande samt vistelseytor (Stadsbyggnad Örebro kommun, daterad 2019-06-27).

Öster om järnvägen så bevaras den största delen av Eugénparken och utvecklas som park, ca 9 000 m<sup>2</sup>. Söder om Eugénplatsen planeras ny bebyggelse i form av tre byggnader i 6-16 våningsplan för kontor, centrumverksamhet samt undermarksparkering. Föreslagen bebyggelsevolym uppskattas omfatta sammanlagt ca 25 500 m<sup>2</sup> BTA ovan mark. I anslutning till den nya bebyggelsen planeras torgytor. Ny kontors- och centrumbebyggelse planeras minst ca 20 meter från närmaste befintliga spår.

Även väster om järnvägen planeras ny kontorsbebyggelse i 8-12 våningsplan i planområdets norra del. De befintliga parkeringsytorna framför de nya kontorshusen behålls. I planområdets södra del föreslås att befintliga grönytor ersätts med ny markparkering samt ett parkeringshus. Föreslagen bebyggelsevolym uppskattas omfatta ca 23 000 m<sup>2</sup> BTA kontor. Ny kontors- och centrumbebyggelse planeras minst ca 15 meter från närmaste befintliga spår. Det nya parkeringshuset väster om järnvägen placeras minst ca 15 meter från närmaste spår.

Den planerade kontorsbebyggelsen föreslås omfatta sammanlagt ca 50 000 m<sup>2</sup> BTA. Dagtid uppskattas persontätheten inom planerad ny bebyggelse till i genomsnitt 1 person per 20 m<sup>2</sup>, d.v.s. 0,05 personer per m<sup>2</sup> BTA. Detta skulle motsvara ca 2 500 personer inom den nya bebyggelsen.

Den antagna persontätheten motsvarar de allmänna råden avseende dimensionerande persontäthet som redovisas i gällande BBR /1/ för kontor (0,1 personer per m<sup>2</sup> nettoarea), men där avdrag har gjorts för allmänna utrymmen och utrymmen utan stadigvarande vistelse (t.ex. lager, förråd, teknikutrymmen och trapphus m.m.). Det ska observeras att persontätheten avser dimensionering av utrymnings säkerheten, vilket innebär maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms uppstå vid relativt begränsade tillfällen och det är mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom aktuell bebyggelse.

De planerade parkeringshusen föreslås omfatta sammanlagt ca 3 000 m<sup>2</sup> (byggnadsyta). Det är ännu inte fastställt antalet våningar på parkeringshusen. Persontätheten uppskattas grovt utifrån antagen persontäthet för markparkering men med hänsyn tagen till att parkeringshusen kan komma att utföras i flera våningsplan. Dagtid uppskattas persontätheten grovt till i genomsnitt 1 person per 100 m<sup>2</sup>, d.v.s. 0,01 personer per m<sup>2</sup> (byggnadsyta).

Föreslagen ny bebyggelse innebär huvudsakligen beläggning dagtid. Nattetid antas området i stort sett vara tomt.

## 2.2 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 2 studeras ett område med ca 400 meters radie kring järnvägen, vilket motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier, se markering i figur B.1.

Bebyggelsestrukturen kring själva planområdet är relativt varierande, se figur B.1 och figur B.2.

Kringliggande bebyggelse väster och öster om området består till stor del av flerbostadshus, kontorsbebyggelse, handel samt multiarenan Conventum Arena. Söder om området ligger ett industriområde väster om järnvägen och på motstående sida ligger Virginska skolan.

Mätt från genomgående befintliga spår är minsta avståndet ca 50 meter till närmaste kringliggande bebyggelse väster om järnvägen (flerbostadshus) respektive ca 65 meter till närmaste bebyggelse öster om järnvägen (Virginska skolan). Avståndet mellan järnvägen och multiarenan Conventum Arena är ca 110 meter.

Väster om järnvägen uppskattas ca 25-50 % av det aktuella området vara bebyggt. Mycket grovt uppskattas bebyggelsen och verksamheten inom detta område innebära ca 4 000 personer vid full belastning.

Öster om järnvägen uppskattas ca 50 % av det aktuella området vara bebyggt. Mycket grovt uppskattas bebyggelsen och verksamheten inom detta område innebära upp till ca 4 000 personer vid en genomsnittlig full belastning (Conventum Arena kan innebära högre personantal, men detta gäller under begränsade tidsintervall och beaktas inte i analysen).

Det har inte identifierats några större obebyggda ytor som bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Med hänsyn till detta antas 10 % av personerna vistas utomhus.

---

/1/ Boverkets byggregler BFS 2011:6 med ändringar t o m BFS 2016:13 (BBR 24)

### 2.3 Sammanställning

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom skadeområdet för respektive skadescenario så görs grova uppskattningar inom aktuella områden (se avsnitt 2.1 och 2.2).

I tabell B.1 redovisas de uppskattade personantalen inom det studerade området (inklusive kringliggande bebyggelse inom det studerade området, se avgränsning i figur B.1, dels med befintliga förhållanden (nollalternativet) och dels med ny bebyggelse (utförandealternativet) inom det aktuella planområdet. Avstånden i tabellen utgår från närmaste befintliga genomgående spår.

Personantalet inom aktuella områden förväntas variera relativt mycket under dygnet. Planerad ny bebyggelse inom planområdet (kontor och handelsverksamheter) innebär huvudsakligen beläggning dagtid. Detta gäller även för delar av kringliggande bebyggelse där t.ex. skola och centrumverksamheter innebär mycket låga persontätheter nattetid inom relativt stora delar av de aktuella områdena.

Eftersom avstånden mellan bebyggelsetyper och järnvägen varierar så kan konsekvenserna av respektive skadescenario skilja sig relativt mycket beroende på om olyckan inträffar dagtid eller nattetid. Inom kringliggande områden antas det dock grovt att uppskattat personantal gäller oavsett tid på dygnet.

Konsekvensberäkningarna kommer därför att beakta två typscenarier som bedöms förekomma med följande fördelning:

- Nattetid: motsvarar ungefär halva dygnet året runt (50 %)
- Dagtid: motsvarar ungefär halva dygnet året runt (50 %)

*Tabell B.1. Uppskattade personantal utmed järnväg som funktion av avståndet. För planområdet (både nollalternativ och utförandealternativ) avser tabellen dagtid. Avstånden som redovisas utgår från närmaste befintliga spår.*

Område	Bebyggelse		Utomhus	
	Avstånd till riskkälla (meter)	Uppskattat personantal *	Avstånd till riskkälla (meter)	Uppskattat personantal *
Planområde, <u>nollalternativet</u>				
- västra sidan	20	0	20	22
- östra sidan	7	0	7	90
Planområde, <u>utförandealternativ</u>				
- västra sidan	20	756	20	0
- östra sidan	10	1776	10	55
Kringliggande områden				
- västra sidan	50	3600	50	400
- östra sidan	65	3600	65	400

\* Ej inkluderat resenärer inom, eller i anslutning till Södra station m.m.

### 3. Urspårning

#### 3.1 Metodik

Skadeområdet vid en urspårning understiger i princip alltid 25-30 meter vinkelrätt ut från spåret. Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är extremt låg.

I bilaga A redovisas beräkningar av urspårningsfrekvens samt sannolikheten för att en järnvägsvagn kolliderar med kringliggande bebyggelse med sådan kraft att byggnaden rasar. Skadefrekvensen reduceras som funktion av avståndet från järnvägen och är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället. Med hänsyn till gällande hastighetsbegränsningar på genomgående spår (persontåg: 110 km/h i nuläge och 130 km/h för framtid; godståg: 100 km/h) beräknas det maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna ca 13-14 meter vid urspårning med persontåg i nuläge (ca 15 meter för framtid) och ca 12-13 meter vid urspårning med godståg. Med hänsyn till tågens höga hastigheter vid urspårningstillfället så beräknas byggnader kunna rasera inom dessa avstånd.

De ekvationer som används för beräkning av sannolikhet och frekvens som funktion av avståndet från järnvägen i bilaga A gäller för en obebyggd omgivning som ligger ungefär i samma nivå som järnvägen. Enligt avsnitt 2.1 går befintliga järnvägsspår i nivå med omgivningen utmed den aktuella sträckan.

Enligt tidigare föreslås att den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska dras parallellt med befintliga spår genom Örebro stadskärna. Föreslagen spårdragning innebär ett tillkommande genomgående spår på respektive sida om befintliga genomgående spår. Utbyggnaden av järnvägen innebär att avstånden till bl.a. bebyggelse blir ca 7 meter kortare än vad som redovisas i nedanstående avsnitt.

De nya spåren föreslås att gå på bro utmed den aktuella sträckan. Spåren kommer därför att gå mellan 2 och 10 meter högre än omgivningen genom området. Nivåskillnaden kan innebära att skadeområdet blir större än där spåren går i nivå med omgivningen. För järnväg på bro finns det dock krav på urspårningsskydd, i form av antingen skyddsräler eller förhöjd kantbalk enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) föreskrifter BVF 586.65 /2/. Syftet med urspårningsskydd är att begränsa konsekvenserna av en eventuell urspårning genom att reducera sannolikheten för att den urspårade vagnen hamnar utanför spårområdet, d.v.s. bron.

Konsekvensberäkningarna kommer att omfatta nedanstående skadescenarier. Beräkningarna kommer att omfatta två dimensionerande scenarier med skadeavstånd som motsvarar de beräkningar som redovisas i bilaga A. För att inte underskatta konsekvenserna av det aktuella skadescenariot studeras dessutom ett worst case scenario med skadeavstånd som motsvarar de maximala skadeavstånd som uppmätts vid urspårning. Det antas mycket konservativt att skadeavståndet för worst case scenario är oberoende av hastighetsbegränsningen. Sannolikheten för worst case scenario antas utgöra en mycket låg andel av den sammanlagda frekvensen för dimensionerande scenario. Med hänsyn till att de nya spåren som ska gå på bro utförs med urspårningsskydd så bedöms detta antagande även gälla för dessa spår.

---

/2/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10

- Urspårning persontåg (hastighetsbegränsning 110-130 km/h)
  - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 7 meter
  - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 7-15 meter
  - Worst case scenario: skadeavstånd 30 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)
- Urspårning godståg (hastighetsbegränsning 100 km/h)
  - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 7 meter
  - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 7-13 meter
  - Worst case scenario: skadeavstånd 30 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)

### 3.2 Bedömningskriterier

Det antas mycket grovt att personer utomhus omkommer om de vistas inom det avstånd från järnvägsspåret som den urspårade vagnen hamnar.

Sannolikheten för att omkomma till följd av byggnadskollaps eller att av byggnadsdelar rasar bedöms däremot vara beroende av byggnadens våningsantal. Desto lägre våningsantal desto lägre sannolikhet att omkomma. För personer som vistas inomhus antas det grovt att 50 % omkommer av de som vistas i byggnader med fasad inom det avstånd från järnvägen som den urspårade vagnen hamnar.

### 3.3 Resultat

I tabell B.2 redovisas de maximala skadeavstånden för respektive skadescenario. Enligt bilaga A är sannolikheten för dimensionerande scenario, max givet en urspårning mycket låg. Enligt ovan uppskattas sannolikheten för worst case scenario givet en urspårning som en mycket låg andel av dimensionerande scenario, max 1% av frekvens för dimensionerande scenario.



Tabell B.2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid urspårning.

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeområde (meter)	
		bredd (utmed riskkälla)	längd (vinkelrätt riskkälla)
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario min</b>			
inomhus	50%	211	7
utomhus	100%	211	7
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario max</b>			
inomhus	50%	211	15
utomhus	100%	211	15
<b>Urspårning persontåg, worst case scenario</b>			
inomhus	50%	211	30
utomhus	100%	211	30
<b>Urspårning godståg, dim.scenario min</b>			
inomhus	50%	125	6
utomhus	100%	125	6
<b>Urspårning godståg, dim.scenario max</b>			
inomhus	50%	125	13
utomhus	100%	125	13
<b>Urspårning godståg, worst case scenario</b>			
inomhus	50%	125	30
utomhus	100%	125	30

I tabell B.3 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår samt för framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

I beräkningarna så beaktas att avståndet mellan järnväg och bebyggelse samt ytor för stadigvarande vistelse varierar utmed sträckan. Planområdet storlek innebär att inget av skadescenarierna medför några konsekvenser inom kringliggande områden.

Observera att urspårning endast medför konsekvenser på en sida av järnvägen, d.v.s. åt det håll som tåget spåret ur.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Tabell B.3 avser konsekvenser om olyckan inträffar dagtid. Nattetid antas konsekvenserna bli 0 för samtliga scenarier.

Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid urspårning. Skadescenarierna medför endast konsekvenser inom planområdet. Dagtid.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna					
	Trafikscenario: Nuläge			Trafikscenario: Framtid		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>						
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario min</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	0	0	0	2	2
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario max</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	2	2	0	3	3
<b>Urspårning persontåg, worst case scenario</b>						
-väster	0	3	3	0	4	4
-öster	0	5	5	0	6	6
<b>Urspårning godståg, dim.scenario min</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	0	0	0	1	1
<b>Urspårning godståg, dim.scenario max</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	1	1	0	3	3
<b>Urspårning godståg, worst case scenario</b>						
-väster	0	3	3	0	4	4
-öster	0	5	5	0	6	6
<b>Utförandealternativ</b>						
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario min</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	0	0	1	0	1
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario max</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	1	0	1	2	0	2
<b>Urspårning persontåg, worst case scenario</b>						
-väster	2	0	2	3	0	3
-öster	3	0	3	4	0	4
<b>Urspårning godståg, dim.scenario min</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	0	0	0	0	0
<b>Urspårning godståg, dim.scenario max</b>						
-väster	0	0	0	0	0	0
-öster	0	0	0	1	0	1
<b>Urspårning godståg, worst case scenario</b>						
-väster	2	0	2	3	0	3
-öster	3	0	3	4	0	4

## 4. Tågbrand

### 4.1 Metodik

Konsekvenserna av en tågbrand med avseende på påverkan på kringliggande bebyggelse m.m. är beroende av tågtyp och brandens omfattning. I bilaga A redovisas beräkningar för tre olika skadescenarier, varav två (Stor tågbrand respektive Mycket stor tågbrand) bedöms vara så omfattande att de innebär skadeområden som överskrider närområdet.

En brand i godståg kan innebära brandeffekter som uppnår över 100 MW. Stor godsbrand uppskattas motsvara ca 100 MW och en mycket stor godsbrand uppskattas kunna motsvara ca 200 MW.

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar enligt beskrivningen nedan (metoden motsvarar den som används för strålningsberäkningar för pölbränder, se även avsnitt 5.4):

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /3/.

**Flamhöjd (H<sub>f</sub>)** – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /4/:  $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D / 3$ .

**Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)** – Den utfallande strålningen (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /5/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$$

**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /6/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där  $F_{A1,2}$ ,  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas enligt följande:

/3/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

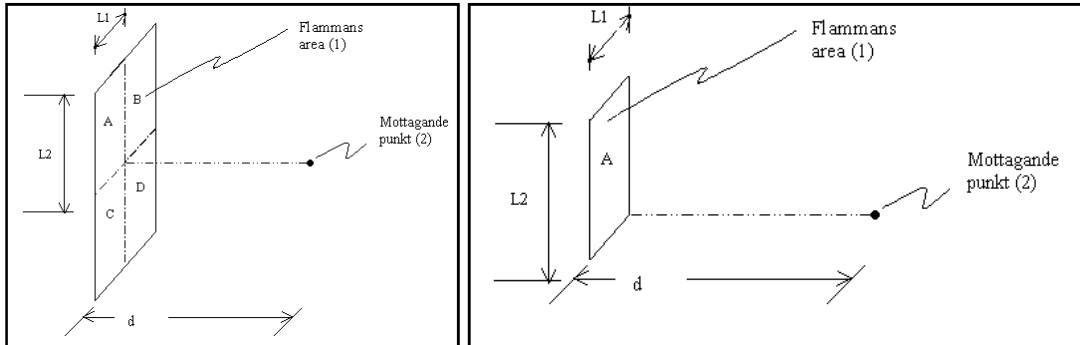
/4/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/5/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/6/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

$$F_{A_{1,2}} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur B.3.



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /7/:

$$F_{A_{12}} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.3.}$$

**Infallande strålning (I)** – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m<sup>2</sup>) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

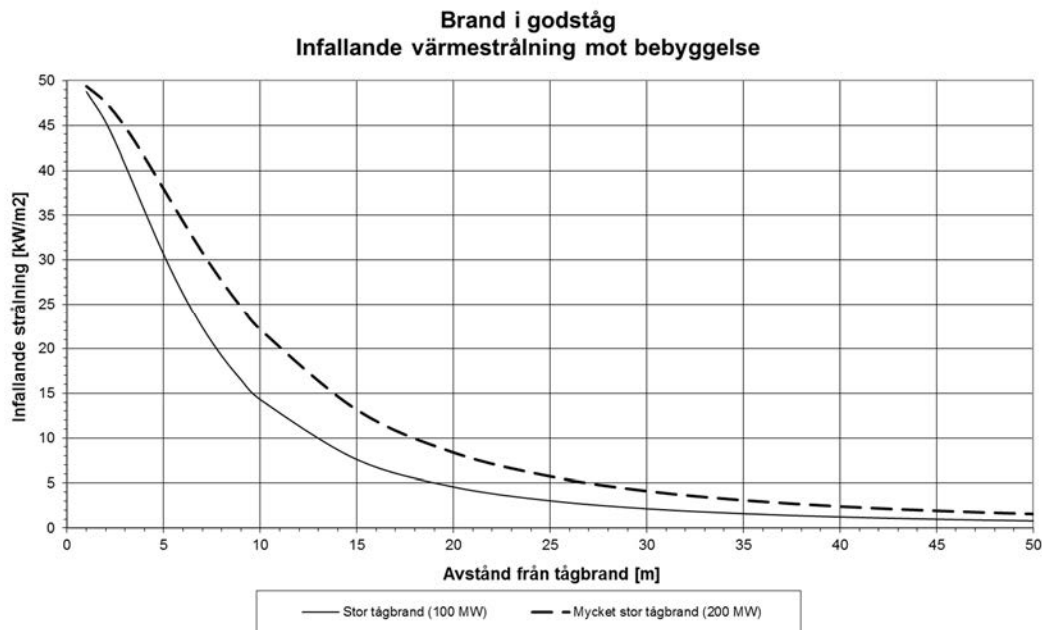
Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden för de olika scenarierna (se tabell B.4).

Tabell B.4. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta $A_f$ (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flamhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ (kW/m <sup>2</sup> )
Stor tågbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Mycket stor tågbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8

/7/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.4. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. Enligt tabell B.4 sjunker den utfallande strålningen med brandens storlek storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större bränder. Soten och röken döljer själva flammans och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på  $50 \text{ kW/m}^2$  för samtliga brandscenarier.



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från brand i godståg.

## 4.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I tabell B.5 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

Tabell B.5. Effekter av olika strålningsnivåer /3, 8/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m <sup>-2</sup> ]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	< 1
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut</b>	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
<b>2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder</b>	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
<b>Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner</b>	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
<b>Antändning av obehandlat trä</b>	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /9/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring tågbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån tabell B.5. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

10 kW/m <sup>2</sup> :	< 5 % sannolikhet att omkomma
15-20 kW/m <sup>2</sup> :	50 % sannolikhet att omkomma
> 40 kW/m <sup>2</sup> :	100 % sannolikhet att omkomma

/8/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

/9/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

### 4.3 Resultat

I tabell B.6 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid tågbrand.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Stor tågbrand (100 MW)</b>	5% inomhus	10
	100% utomhus	4
	50% utomhus	10
	5% utomhus	13
<b>Mycket stor tågbrand (200 MW)</b>	5% inomhus	14
	100% utomhus	5
	50% utomhus	14
	5% utomhus	17

I tabell B.7 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken även kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

I beräkningarna så beaktas att avståndet mellan järnväg och bebyggelse samt ytor för stadigvarande vistelse varierar utmed sträckan. Planområdets storlek innebär att inget av skadescenarierna medför några konsekvenser inom kringliggande områden.

Observera att med hänsyn till potentiella skadeavstånd i förhållande till spårområdets bredd så bedöms tågbrand endast medföra konsekvenser på en sida av järnvägen.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Tabell B.7 avser konsekvenser om olyckan inträffar dagtid. Nattetid antas konsekvenserna bli 0 för samtliga scenarier.

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid tågbrand. Skadescenarierna medför endast konsekvenser inom planområdet. Dagtid.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Stor tågbrand (100 MW)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Mycket stor tågbrand (200 MW)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Stor tågbrand (100 MW)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Mycket stor tågbrand (200 MW)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0

## 5. Järnvägsolycka med farligt gods

### 5.1 Klass 1. Explosiva ämnen

#### 5.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom kringliggande områden utmed järnvägen.

Det dimensionerande skadescenariot som beaktas i konsekvensberäkningarna antas mycket konservativt till **25 ton masseexplosion**, d.v.s. den normala maxgränsen per godsvagn.

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner /10/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck ( $P_+$ ) och impulstäthet ( $I_+$ ) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck ( $P_C$ ) och impuls ( $I_C$ ). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck ( $P_+$ ), impulstäthet ( $I_+$ ) samt varaktighet ( $t_+$ ) för de studerade explosionsscenarierna. I figur B.5 och figur B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av  $1,8 \cdot X$  kg i fri luft.

För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck ( $180^\circ$ ).

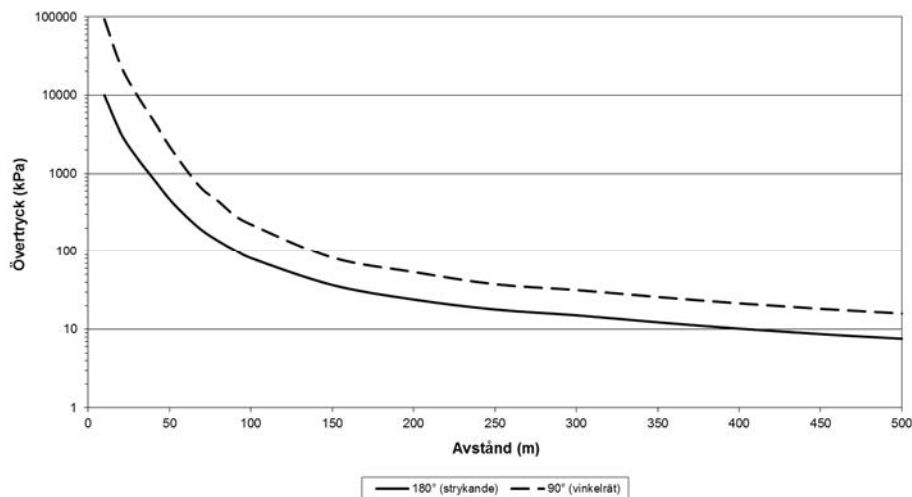
Explosionens varaktighet  $t_+$  beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /10/:

$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

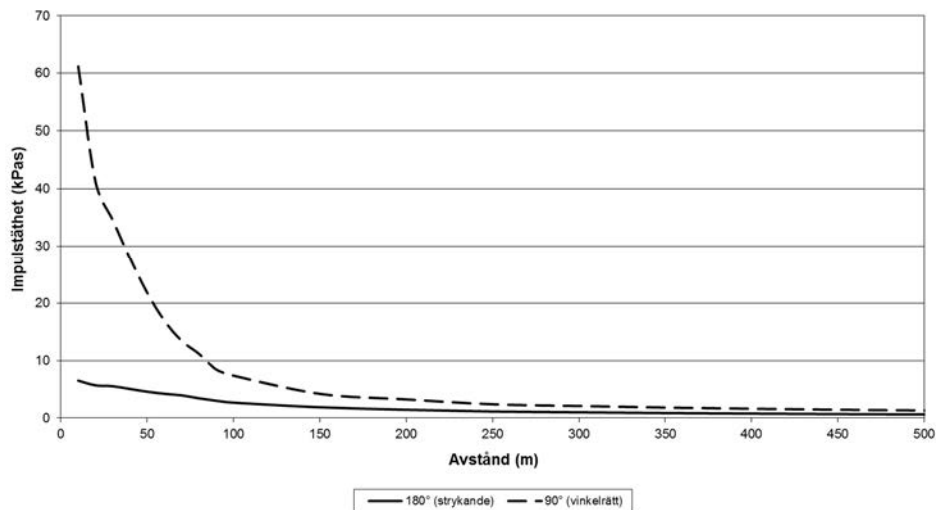
---

/10/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)





Figur B.5. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 25 ton trotyl på eller nära mark vid strykande respektive vinkelrätt infall.



Figur B.6. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av 25 ton trotyl på eller nära mark vid strykande respektive vinkelrätt infall.

### 5.1.2 Bedömningskriterier

**Inomhus:** Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck ( $P_+$ ) och impulstäthet ( $I_+$ ) i förhållande till byggnadsdelarnas karakteristiska tryck ( $P_c$ ) och impuls ( $I_c$ ), se ekvationen i avsnitt 5.1.1. I tabell B.8 anges karakteristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impulstäthet ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärrighet /10/.

Tabell B.8. Karakteristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impuls ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	$P_c$ (kPa)	$I_c$ (kPas)
<b>Bärande konstruktioner</b>		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade långsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande väggar i elementhus	200	3,1
<b>Icke bärande konstruktioner</b>		
- Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
- Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

De infallande tryck som redovisas i figur B.5 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.5 respektive figur B.6. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

**Utomhus:** En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /8/:

- 1 % omkomna            180 kPa            • 90 % omkomna        300 kPa
- 10 % omkomna        210 kPa            • 99 % omkomna        350 kPa
- 50 % omkomna        260 kPa

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att 100 % av personer som vistas inom de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 5.1.3 omkommer.

### 5.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Enligt avsnitt 5.1.2 förväntas framförbyggande objekt och avskärmningar reducera det infallande trycket vilket i sin tur reducerar skadeavstånden. I tabellen nedan redovisas skadeavstånden med hänsyn tagen till den avskärmande effekten för respektive scenario.

Tabell B.9. Beräknade konsekvenser – skadeområden för byggnadsras (helt eller delvis) samt för oskyddade personer utomhus, vid massexplosion motsvarande 25 ton trotyl.

Konsekvens	Skadeavstånd
<b>Byggnad som helt, eller delvis är skyddad av framförliggande bebyggelse</b>	
- Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	50-60 m
- Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	150-200 m
- Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	100-150 m
<b>Oskyddade personer utomhus</b>	
- 100 % omkomna	70 m

I tabell B.10 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet samt för kringliggande områden. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

Observera att det dimensionerande skadescenariot med massexplosiva ämnen medför konsekvenser på båda sidor av järnvägen.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Nattetid antas konsekvenserna inom planområdet bli 0.

Tabell B.10. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b><u>Nollalternativ</u></b>			
<b>Massexplosion motsvarande 25 ton trotyl</b>			
Dagtid	64	35	<b>100</b>
Nattetid	64	2	<b>66</b>
<b><u>Utförandealternativ</u></b>			
<b>Massexplosion motsvarande 25 ton trotyl</b>			
Dagtid	776	18	<b>794</b>
Nattetid	64	2	<b>66</b>

## 5.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

### 5.2.1 Metodik

För brännbara gaser kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn (ca 40 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol.

Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens tomma vikt: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /11/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

---

/11/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

### 5.2.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

**Utomhus:** I tabell B.11 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /8/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

**Inomhus:** Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

### 5.2.3 Resultat

I tabell B.11 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Beräkningarna i **Gasol** utgår från fri spridning av gas och tar ingen hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera jetflammans längd, spridningen av gasmoln respektive BLEVE m.m. vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Planerad bebyggelse enligt avsnitt 2 bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs inget reducering.

Tabell B.11. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus 50 % utomhus	6	5	6	5
Liten gasmolnexplosion	5 % inomhus 50 % utomhus	2	5	2	5
Stor jetflamma	5 % inomhus 50 % utomhus	50	45	50	25
Stor gasmolnexplosion	5 % inomhus 50 % utomhus	165	145	165	75
BLEVE	5 % inomhus 50 % utomhus	440	265	440	135

I tabell B.12 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandalternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet samt för kringliggande områden. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

Observera att eftersom skadeområdena för respektive scenario, förutom för BLEVE, är plymformade och beroende av vindriktningen så bedöms scenarierna endast medföra konsekvenser på en sida av järnvägen. Scenariot BLEVE medför däremot konsekvenser på båda sidor om järnvägen.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Nattetid antas konsekvenserna inom planområdet bli 0.

Tabell B.12. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadesscenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Liten jetflamma</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
Nattetid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Liten gasmolnexplosion</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
Nattetid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Stor jetflamma</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	0
-öster	0	2	2
Nattetid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Stor gasmolnexplosion</b>			
Dagtid			
-väster	2	9	11
-öster	1	26	27
Nattetid			
-väster	2	2	5
-öster	1	1	2

Forts. Tabell B.12.

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>BLEVE</b>			
Dagtid	39	99	139
-väster	21	35	56
-öster	18	65	83
Natttid	39	44	83
-väster	21	24	45
-öster	18	20	38
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Liten jetflamma</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
Natttid			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Liten gasmolnsexplosion</b>			
Dagtid	0	0	0
-väster	0	0	0
-öster			
Natttid	0	0	0
-väster	0	0	0
-öster			
<b>Stor jetflamma</b>			
Dagtid	0	0	0
-väster	4	1	5
-öster			
Natttid	0	0	0
-väster	0	0	0
-öster			
<b>Stor gasmolnsexplosion</b>			
Dagtid	24	2	26
-väster	50	16	66
-öster			
Natttid	2	2	5
-väster	1	1	2
-öster			
<b>BLEVE</b>			
Dagtid	166	71	237
-väster	59	24	83
-öster	107	47	154
Natttid	39	44	83
-väster	21	24	45
-öster	18	20	38

## 5.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

### 5.3.1 Metodik

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av **tryckkondenserad klor**, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på järnväg i Sverige.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca **65 ton klor**.

Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 ton)
- Bebyggelse: Tät skog/ stad ( $\rho = 1,0$ )
- Lagringstemperatur: 15°C
- Väder: 15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarioer har simulerats för utsläpp av giftig gas:

- Litet utsläpp (packningsläckage): 0,45 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 112 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas konservativt att ventilationsintagen för samtlig bebyggelse är placerade högst 3 meter över marken.

### 5.3.2 Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning.

### 5.3.3 Resultat

I tabell B.13 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.



Enligt avsnitt 5.3.1 utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framföriggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden. Föreslagen bebyggelsestruktur med en kraftig förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällan bedöms ha en avskärande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framföriggande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs inget reducering.

Tabell B.13. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)							
		Oskyddad bebyggelse				Skyddad bebyggelse			
		Inomhus		Utomhus		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	4	10	0	0	4	10
	50%	0	0	20	30	0	0	20	15
	5%	4	15	30	50	4	15	30	25
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	20	50	140	250	20	25	140	125
	50%	80	260	240	370	80	130	240	185
	5%	190	345	360	430	190	172,5	360	215

I tabell B.14 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet samt för kringliggande områden. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

Observera att eftersom skadeområdena för respektive scenario är plymformade och beroende av vindriktningen så bedöms scenarierna endast medföra konsekvenser på en sida av järnvägen.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Nattetid antas konsekvenserna inom planområdet bli 0.

Tabell B.14. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Litet utsläpp</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	<b>0</b>
-öster	0	0	<b>0</b>
Natttid			
-väster	0	0	<b>0</b>
-öster	0	0	<b>0</b>
<b>Stort utsläpp</b>			
Dagtid			
-väster	48	51	<b>99</b>
-öster	40	110	<b>150</b>
Natttid			
-väster	48	30	<b>78</b>
-öster	40	26	<b>67</b>
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Litet utsläpp</b>			
Dagtid			
-väster	0	0	<b>0</b>
-öster	0	0	<b>0</b>
Natttid			
-väster	0	0	<b>0</b>
-öster	0	0	<b>0</b>
<b>Stort utsläpp</b>			
Dagtid			
-väster	288	30	<b>317</b>
-öster	549	77	<b>626</b>
Natttid			
-väster	48	30	<b>78</b>
-öster	40	26	<b>67</b>

## 5.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

### 5.4.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensen. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Utformningen av spårområdet med makadam och dränering innebär att spridningen av ett vätskeutsläpp på järnväg bedöms bli relativt begränsat, även vid ett stort utsläpp, eftersom underlagets genomsläpplighet är god. I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar /12/. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m.

Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå.

Konsekvensberäkningar utförs för följande skadescenarier:

- Liten pölbrand: 100 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 200 m<sup>2</sup>

Beräkningsmetodiken följer den som redovisas i avsnitt 4.1. Med hjälp av gällande samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för de två skadescenarierna (se tabell B.15).

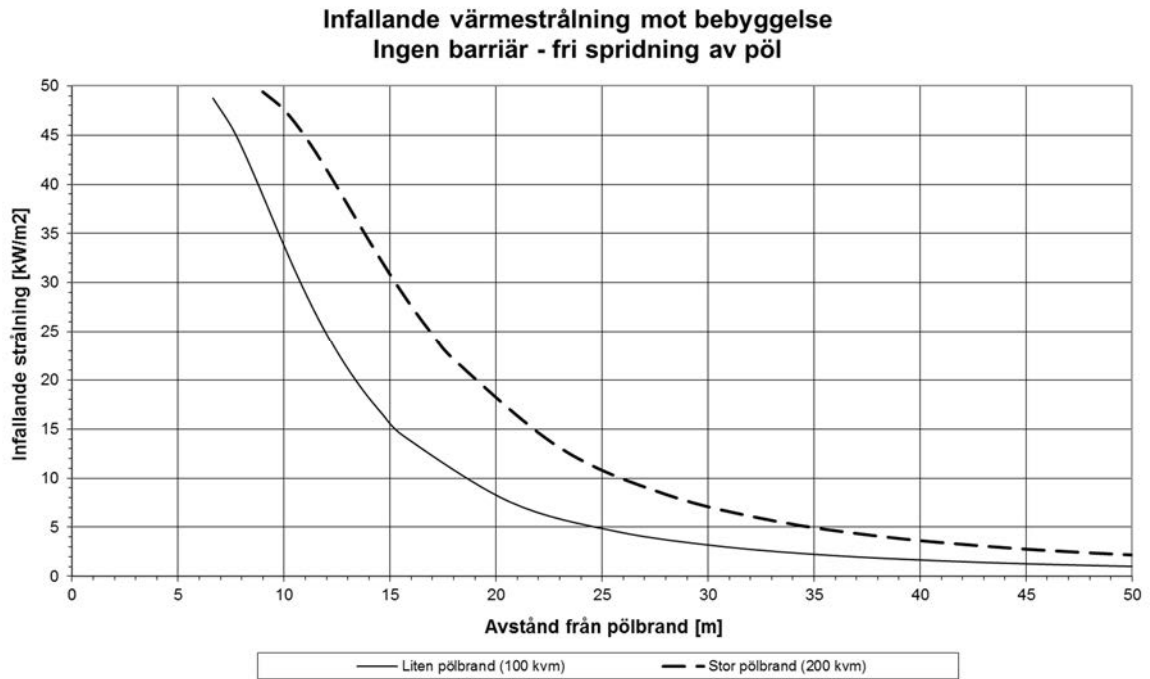
Tabell B.15. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A <sub>F</sub> (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D <sub>F</sub> (m)	Flammhöjd H <sub>F</sub> (m)	Utfallande strålning I <sub>0</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
Liten pölbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Stor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.7. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I diagrammen beaktas även pölarnas radie, vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.

Enligt tabell B.15 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

/12/ Konsekvenser vid tankbilsolycka med bensen i Stockholms innerstad, Stockholms brandförsvär, 1998



Figur B.7. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradié.

#### 5.4.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 4.2.

#### 5.4.3 Resultat

I tabell B.16 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario utifrån figur B.7 ovan.

Tabell B.16. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Liten pölbrand (100 MW)</b>	5% inomhus	15
	100% utomhus	9
	50% utomhus	15
	5% utomhus	18
<b>Stor pölbrand (200 MW)</b>	5% inomhus	22
	100% utomhus	13
	50% utomhus	22
	5% utomhus	25

I tabell B.17 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken även kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

I beräkningarna så beaktas att avståndet mellan järnväg och bebyggelse samt ytor för stadigvarande vistelse varierar utmed sträckan. Planområdet storlek innebär att inget av skadescenarierna medför några konsekvenser inom kringliggande områden.

Observera att med hänsyn till potentiella skadeavstånd i förhållande till spårområdets bredd så bedöms tågbrand endast medföra konsekvenser på en sida av järnvägen.

Konsekvenserna beräknas för olycka som inträffar dagtid respektive nattetid. Tabell B.17 avser konsekvenser om olyckan inträffar dagtid. Nattetid antas konsekvenserna bli 0 för samtliga scenarier.

*Tabell B.17. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor. Skadescenarierna medför endast konsekvenser inom planområdet. Dagtid.*

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Liten pölbrand (100 m<sup>2</sup>)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Stor pölbrand (200 m<sup>2</sup>)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Liten pölbrand (100 m<sup>2</sup>)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0
<b>Stor pölbrand (200 m<sup>2</sup>)</b>			
-väster	0	0	0
-öster	0	0	0

## 5.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

### 5.5.1 Metodik

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensen, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

I den riskanalys som togs fram för fördjupad översiktsplan för Göteborg 1996 /13/ angavs att den explosiva blandning som kan bildas vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosiv blandning med 25 ton trotyl. Detta scenario utgår dock från antagandet att vagnen med oxiderande ämnen kolliderar med en vagn med brandfarlig vätska (klass 3) som blandas med utsläppet. Skadescenariot bedöms vara mycket konservativt för de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna (hänsyn tas t.ex. inte till att det skadedrabbade tåget transporterar både klass 5 och klass 3 eller att utsläpp sker från både en vagn med klass 5 och en vagn med klass 3).

Med hänsyn till de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna antas ett mer trovärdigt skadescenario innebära att det oxiderande ämnet blandas med exempelvis tågets smörjmedel. Detta scenario bedöms kunna motsvara det, i /13/, dimensionerande scenario för olycka med oxiderande ämnen på väg, ca 3 ton trotyl. I de fortsatta riskberäkningarna kommer dessutom det värsta tänkbara scenariot att beaktas (d.v.s. motsvarande explosion med 25 ton trotyl enligt ovan) för 1 % av den sammanlagda frekvensen för det aktuella skadescenariot (explosionsartat brandförlopp vid självantändning).

### 5.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 5.1.2.

### 5.5.3 Resultat

I tabell B.18 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5. Enligt avsnitt 5.1.2 förväntas framförlliggande objekt och avskärmningar reducera det infallande trycket vilket i sin tur reducerar skadeavstånden. I tabellerna nedan redovisas efter beaktande av den avskärmade effekten för respektive scenario.

Tabell B.18. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Dimensionerande scenario</b> (motsvarar ca 3 000 kg massexplosion)	100 % <i>inomhus</i>	30
	15 % <i>inomhus</i>	80
	50 % <i>utomhus</i>	40
<b>Worst case scenario</b> (motsvarar 25 000 kg massexplosion)	100 % <i>inomhus</i>	50
	15 % <i>inomhus</i>	200
	100 % <i>utomhus</i>	70

I tabell B.20 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för utförandalternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet samt för kringliggande områden. Konsekvenserna har beräknats med hänsyn till aktuella avstånd mellan järnväg och bebyggelse m.m. för befintliga spår. Det förutsätts att godstrafiken kommer att gå på befintliga spår även vid en eventuell framtida utbyggnad enligt beskrivning i avsnitt 2.1.

/13/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996

Observera att de dimensionerande skadescenarierna medför konsekvenser på båda sidor av järnvägen.

Tabell B.19. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b><u>Nollalternativ</u></b>			
<b>Dimensionerande scenario</b> (motsvarar ca 3 000 kg massexplosion)			
Dagtid	6	2	<b>8</b>
Nattetid	6	0	<b>6</b>
<b>Worst case scenario</b> (motsvarar 25 000 kg massexplosion)			
Dagtid	64	35	<b>100</b>
Nattetid	64	2	<b>66</b>
<b><u>Utförandealternativ</u></b>			
<b>Dimensionerande scenario</b> (motsvarar ca 3 000 kg massexplosion)			
Dagtid	142	1	<b>144</b>
Nattetid	6	0	<b>6</b>
<b>Worst case scenario</b> (motsvarar 25 000 kg massexplosion)			
Dagtid	776	18	<b>794</b>
Nattetid	64	2	<b>66</b>

**Bilaga C - Riskberäkningar**

<b>Uppdragsnamn</b>	Södra station, Örebro		
<b>Uppdragsgivare</b>	<b>Uppdragsnummer</b>	<b>Datum</b>	
Stadsbyggnad Örebro kommun	109876	2019-07-05	
<b>Handläggare</b>	<b>Egenkontroll</b>	<b>Internkontroll</b>	
Erik Hall Midholm	EMM 2019-07-05	LSS	2019-07-05

---

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas den sammanvägda risken (frekvens x konsekvens) för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet.

Den sammanvägda risken kommer att redovisas med riskmått individrisk respektive samhällsrisk.

Riskanalysen studerar tre olika trafikscenarier, som kommer att påverka riskbilden utmed järnvägen och vilka olycksrisker som kan förekomma:

- Nuläge:** Befintligt spårområde och dagens trafikmängd med både person- och godståg.
- Framtid utan gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm. Järnvägen trafikeras av enbart persontåg. Godstrafik flyttas till ett yttre godsspår utanför staden.
- Framtid med gods:** Spårområdet utbyggt med höghastighetsjärnvägen Oslo-Stockholm. Järnvägen trafikeras av både person- och godståg.

## 2. Beräkning av individrisk

### 2.1 Metodik

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde  $\geq$  100 meter.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.



2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den järnvägssträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång järnvägssträcka.

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

## 2.2 Bedömningskriterier

Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i RIKTSAM /1/, se avsnitt 5.1 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

## 2.3 Resultat

I figur C.1 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till järnvägen.

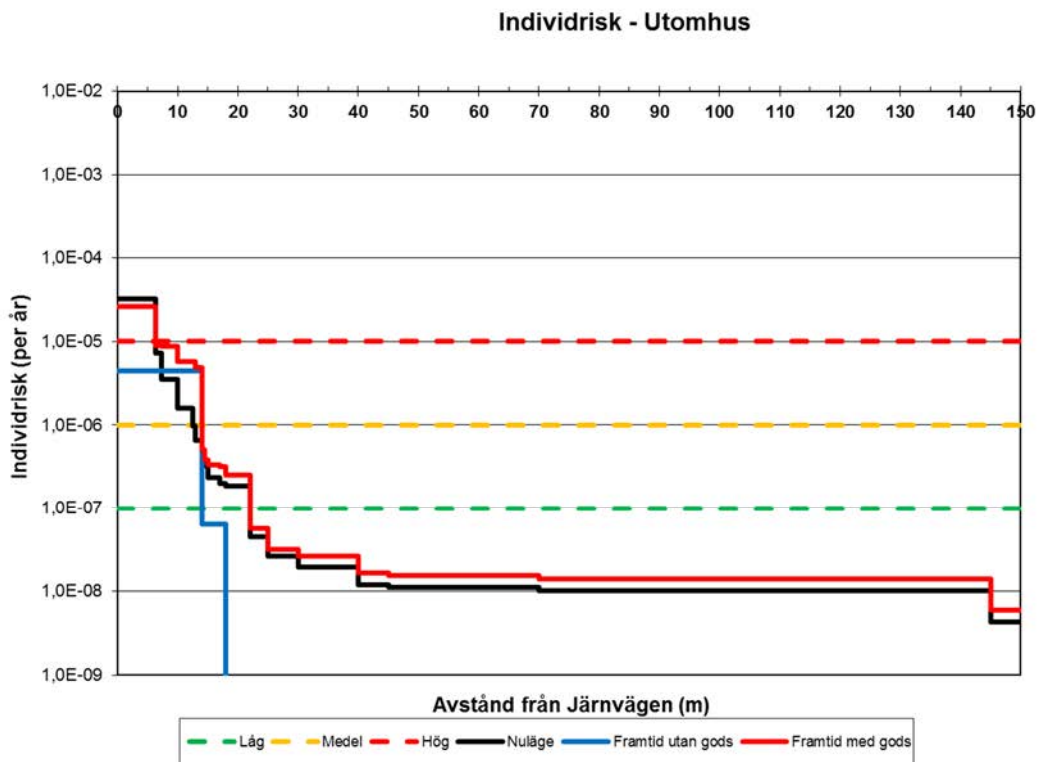
Individrisken redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste befintliga spårmitt (genomgående spår). För trafikscenario *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods* så har ett tillägg på 7 meter gjorts på skadeavstånden för skadescenarierna urspårning med persontåg med hänsyn till den planerade utbyggnaden av järnvägen med två spår.

Riskprofilerna som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse.

---

/1/ Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM), Länsstyrelsen i Skåne län, 2007



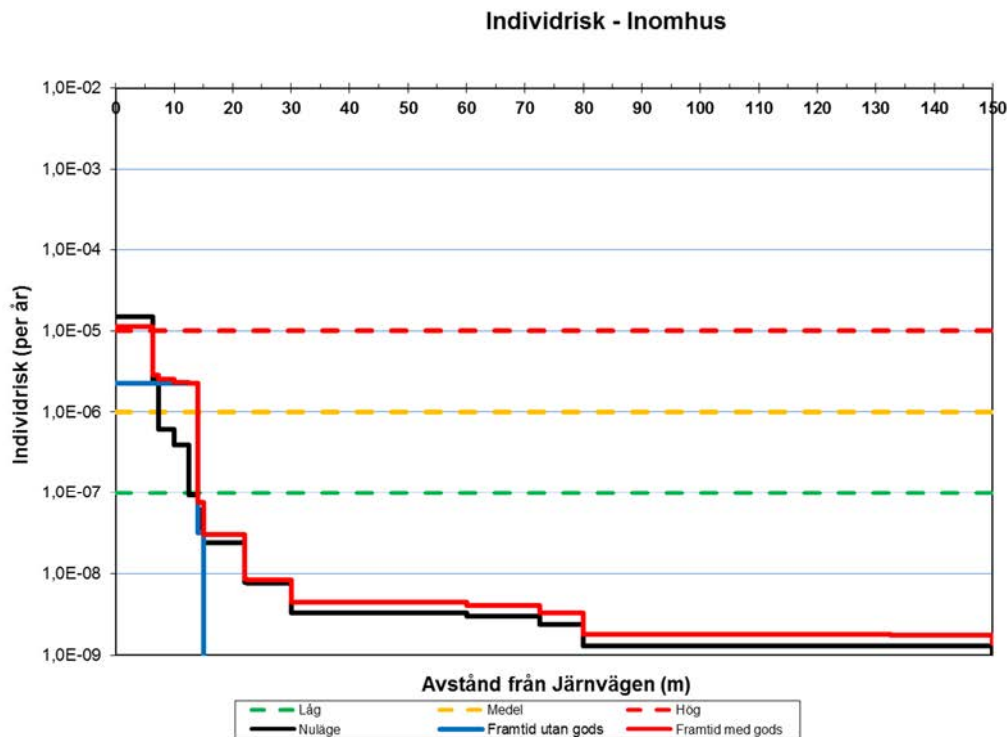
Figur C.1. Individrisk för oskyddad person utomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmitt). Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmade barriärer inom planområdet. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

I bilaga B beräknas även skadeområden med avseende på personer som vistas inomhus. Dessa konsekvensberäkningar utgår från förutsatt byggnadsutformning inom det studerade området. För majoriteten av skadescenarierna har bebyggelsen en reducerande effekt på skadeavstånd och sannolikheten att omkomma (bl.a. olycka med brännbar respektive giftig gas samt brandfarliga vätskor). För skadescenarier med explosiva ämnen bedöms däremot skadeavstånden vara större inomhus.

I figur C.2 redovisas därför individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till järnvägen där hänsyn tas till bebyggelsen. Diagrammet bedöms ge en bättre bild över individrisknivån inom planområdet vid ny bebyggelse och planerad markanvändning.

Individrisken redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste befintliga spårmitt (genomgående spår). För trafikscenario *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods* så har ett tillägg på 7 meter gjorts på skadeavstånden för skadescenarierna urspårning med persontåg med hänsyn till den planerade utbyggnaden av järnvägen med två spår.



Figur C.2. Individriskprofiler för person inomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmitt).  
Med hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmade barriärer inom planområdet.  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

### 3. Beräkning av Samhällsrisk

#### 3.1 Metodik

Samhällsriskenivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på järnvägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsrisken beräknas för planerat utförandealternativ (d.v.s. med planerad bebyggelse och markanvändning inom det aktuella området) samt för ett nollalternativ (befintliga förhållanden inom det studerade området).

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisken, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan järnvägen och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade järnvägssträckan (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

Vid sammanställningen av samhällsriskerna för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på respektive järnvägsträcka och vägsträcka som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

- Enligt avsnitt 2.1 så blir skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser samt urspårning inte cirkulära. Med hänsyn till planområdets utformning samt variationer i planerad ny bebyggelse kommer konsekvenserna variera beroende på vilken sida av järnvägen som påverkas. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har därför genomförts för skadeområden väster respektive öster om järnvägen. Vid sammanvägningen av samhällsriskerna delas frekvensen för dessa scenarier upp med hänsyn till om de innebär skadeområden väster eller öster om järnvägen (d.v.s. 50/50).
- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Med hänsyn till att bebyggelsen inom planområdet innebär att persontätheten varierar relativt kraftigt under dygnet så har dock konsekvensberäkningarna utförts för dagtid respektive nattetid. I sammanställningen av samhällsrisknivån så beaktas detta genom att dela upp frekvensen för respektive skadescenario i 50 % dagtid och 50 % nattetid.

## 3.2 Bedömningskriterier

Den beräknade samhällsriskerna kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *RIKTSAM /1/*, se avsnitt 5.1 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan. I diagrammen redovisas dessutom förslag till acceptanskriterier från *Värdering av risk /2/*.

## 3.3 Resultat

### 3.3.1 Samhällsrisk utan åtgärder

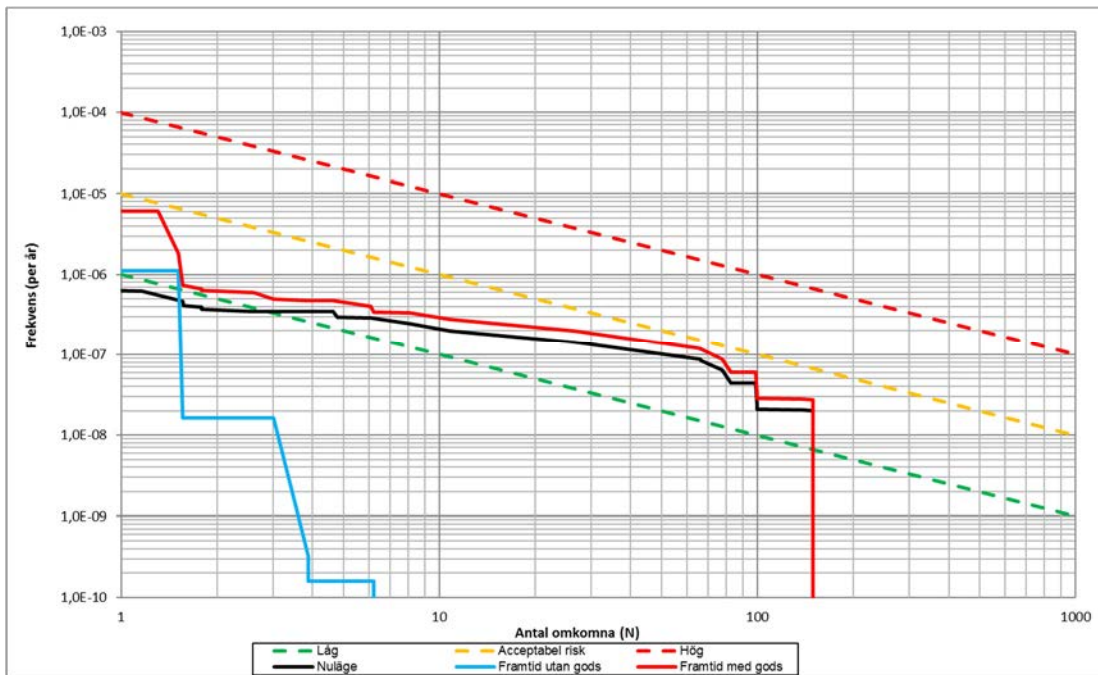
I figur C.3 och C.4 redovisas den beräknade samhällsriskerna inom det studerade området, d.v.s. aktuellt planområde samt kringliggande bebyggelse. I figur C.3 redovisas samhällsriskerna för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse) och i figur C.4 redovisas samhällsriskerna för utförandealternativ (med planerad ny bebyggelse).

Samhällsriskerna redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, *Framtid utan gods* respektive *Framtid med gods*.

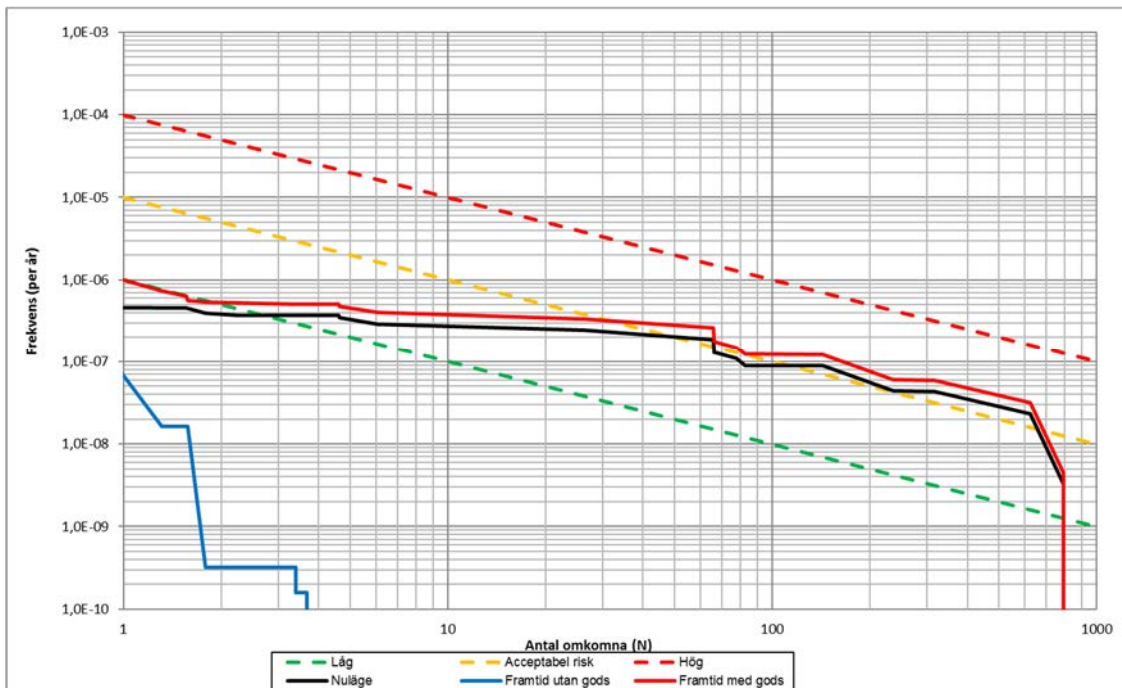
Riskkurvorna som redovisas i diagrammen nedan tar ingen hänsyn till eventuella säkerhetshöjande åtgärder.

---

/2/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997



Figur C.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Nollalternativ för planområdet.**

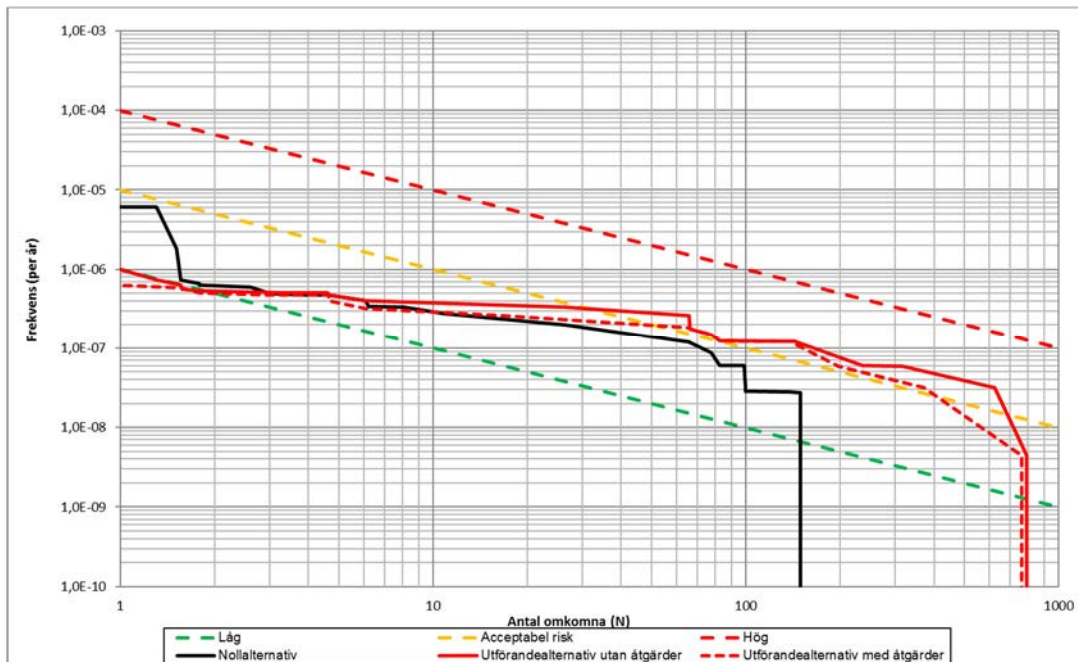


Figur C.4. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet.**

### 3.3.2 Samhällsrisk med åtgärder

I avsnitt 6 i huvudrapporten beskrivs vilka säkerhetshöjande restriktioner och åtgärder som behöver vidtas vid ny bebyggelse samt ändrad markanvändning för det studerade området.

De rekommenderade åtgärderna innebär att samhällsrisk minskar genom att reducera konsekvenserna av de studerade olycksscenarierna. I figur C.5 redovisas den beräknade samhällsrisk för utförandealternativet utan respektive med rekommenderade åtgärder samt för nollalternativet. Samhällsrisk redovisas endast för trafikscenario *Framtid med gods*.



Figur C.5. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för nollalternativ samt studerat utförandealternativ utan, respektive med rekommenderade restriktioner och åtgärder. Trafikscenario *Framtid med gods*.

För utförandealternativet med åtgärder antas att åtgärderna har följande reducerande effekter:

Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Nya parkeringshus placeras så att avståndet till närmaste genomgående (befintliga) spår är minst 15 meter.

Nya kontorsbyggnader placeras så att avståndet till närmaste genomgående (befintliga) spår är minst 20 meter.

Åtgärden eliminerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för olycksrisker med skadeavstånd som understiger skyddsavstånden samt reducerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för övriga olycksrisker. Åtgärden har störst effekt på olycksscenarioet urspårning där konsekvenserna elimineras för en klar majoritet av potentiella skadescenarier. Avseende kontorsbebyggelse har åtgärdsförslaget beaktats i riskberäkningarna och innebär därmed ingen förändring i förhållande till utförda beräkningar.

Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste genomgående (befintliga) spår. Avståndet avser ytor som vetter direkt mot järnvägen och inte är avskärmande av framförliggande bebyggelse.

*Åtgärden reducerar antalet omkomna utomhus för olycksrisker med skadeavstånd som understiger dessa avstånd samt reducerar antalet omkomna utomhus för övriga olycksrisker. Åtgärdsförslaget har beaktats i riskberäkningarna genom att persontätheten inom dessa områden har ansatts som mycket låg. Konsekvensberäkningarna beaktar inte i detalj placering av ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse eftersom dessa förutsättningar kan förändras.*

Byggnadstekniska åtgärder

## **Allmänt om utformning av ny bebyggelse**

Utrymningsvägar ska placeras så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på järnvägen.

*Åtgärden reducerar antalet omkomna inomhus för olycksrisker som ej innebär direkt skada invändigt, t.ex. olycka med brännbar respektive giftig gas samt brandfarlig vätska. Den reducerande effekten sker framförallt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot gaser och brand. Riskreducerande effekt för enbart denna åtgärd antas grovt till 0 %.*

## **Skydd mot brand**

I parkeringshus ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster bör undvikas alternativt ska de utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

I kontorsbyggnader ska väggar som vetter mot järnvägen utföras i obrännbara material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning i lägst klass EI 30. Fönster ska utföras i lägst härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter.

*Åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus i planområdet med 100 % vid olycka med brännbar gas. För stora olyckor som även påverkar kringliggande områden (stor gasmolnexplosion respektive BLEVE) antas den totala riskreducerande effekten inomhus dagtid vara ca 75-98 %. Riskreducerande effekt inomhus nattetid antas vara 0 %. Riskreducerande effekt utomhus antas vara 0 %.*

## **Skydd mot gaser**

Friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande ska placeras mot trygg sida, d.v.s. bort från riskkälla alternativt på byggnadernas tak.

Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell).

*Åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus i planområdet vid olycka med brännbar respektive giftig gas. Åtgärdernas reducerande effekt är svår att simulera/uppskatta, varför den ansätts till 50 % för bebyggelse inom planområdet. För stora olyckor som även påverkar kringliggande områden antas den totala riskreducerande effekten inomhus dagtid vara 40-45 %. Riskreducerande effekt inomhus nattetid antas vara 0 %. Riskreducerande effekt utomhus antas vara 0 %.*

*(Den reducerande effekten vid olycka med brännbar gas sker framförallt i kombination med ovanstående åtgärder för skydd mot brand.)*

## 4. Känslighetsanalys

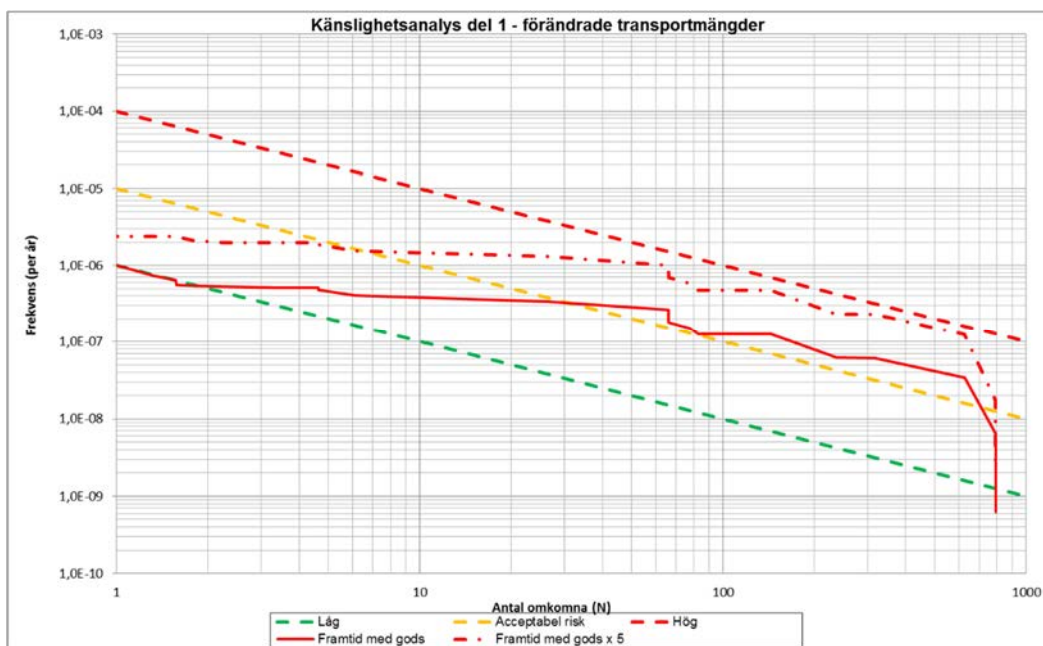
Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändrade förutsättningar avseende dels frekvensberäkningar och dels avseende konsekvensberäkningar. Känslighetsanalysen omfattar sammanvägning av samhällsriskerna för de förändrade förutsättningarna och gör endast för utförandealternativet.

### 4.1 Del 1. Förändrat transportantal

Denna del av känslighetsanalysen omfattar följande:

- Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods där antalet transporter har antagits öka med en **faktor 5** i förhållande till dimensionerande transportmängder för trafikscenario *Framtid med gods*.

I figur C.5 redovisas resultatet av del 1.



Figur C.6. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet. Känslighetsanalys del 1.**

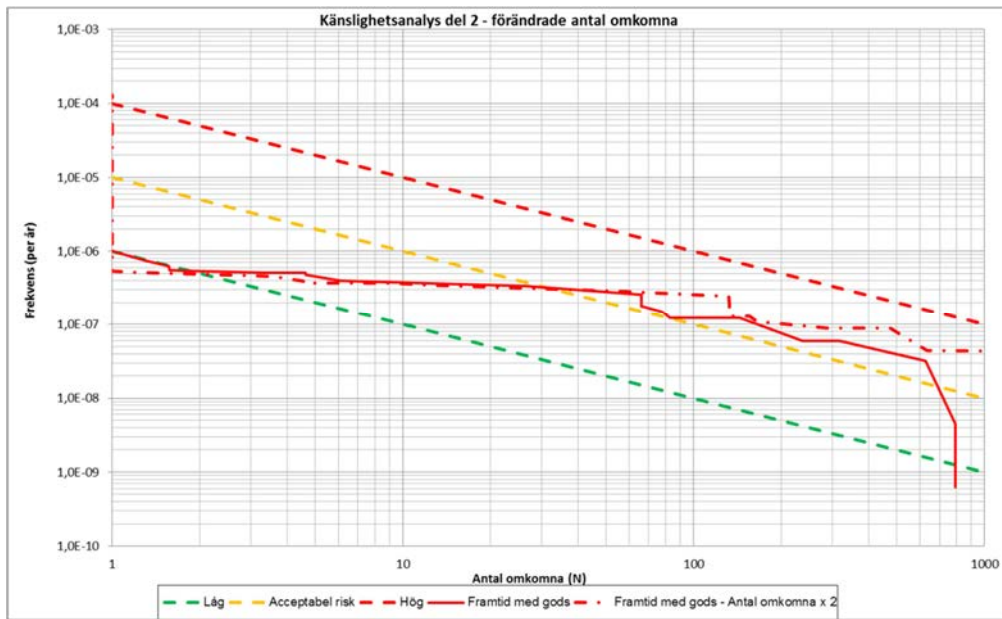
### 4.2 Del 2. Förändrade konsekvenser

Denna del av känslighetsanalysen omfattar följande:

- Konsekvensberäkningarna för olycka med farligt gods där antalet omkomna har antagits öka med en **faktor 2** i förhållande till dimensionerande förutsättningar. För samtliga skadescenarier med skadeavstånd som överstiger uppmätt avstånd mellan respektive vägavsnitt och ny bebyggelse inom planområdet så antas dessutom minsta antal omkomna vara 1 person.

I figur C.6 redovisas resultatet av del 2.





Figur C.7. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet.** Känslighetsanalys del 2.