

## Risikanalyt

Kv Målaren, Örebro

Underlag för detaljplanearbete

2017-03-27

**Dokumenttyp:** Riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Kv Målaren, Örebro  
Örebro kommun  
**Uppdragsnummer:** 110077  
**Datum:** 2017-03-27  
**Status:** Underlag för detaljplanearbete  
**Uppdragsledare:** Erik Hall Midholm  
**Handläggare:** Erik Hall Midholm  
Tel: 08-588 188 60  
E-post: erik.midholm@brandskyddslaget.se  
**Uppdragsgivare:** Kungsleden AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2017-03-21	EMM	RKL	Granskningshandling
2017-03-27	EMM	RKL	Version 1.0

## Sammanfattning

Ny bebyggelse planeras för kv. Målaren i området Örnros i Örebro. En ny detaljplan planeras att upprättas för det aktuella området. Syftet med den nya detaljplanen är att ersätta befintlig bebyggelse med flerbostadsbebyggelse.

Cirka 50 meter öster om det aktuella området går järnvägen Godsstråket genom Bergslagen. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag av Kungsleden AB att göra en riskanalys för den tänkta exploateringen. Riskanalysen kommer att studera riskbilden för befintlig järnväg inkl. industrispår mot Örnros samt med hänsyn till en potentiell framtida Höghastighetsjärnväg inom den södra delen av planområdet.

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 Godsstråket genom Bergslagen förekommer trafik med både persontåg och godståg (inkl. transporter av farligt gods). På Industrispåret mot Örnros går enstaka godståg (ej farligt gods). Den framtida Höghastighetsjärnvägen kommer huvudsakligen att trafikeras av persontåg.

En detaljerad analys av möjliga risker har gjorts. Risknivån har beräknats i form av individrisk och samhällsrisk och har genomförts för ett nollalternativ samt ett utbyggnadsalternativ för området. Riskanalysen studerar två olika trafikscenarier: *Nuläge* respektive *Framtid*.

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 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 spårmittpunkt):

- Nya bostadshus placeras så att avståndet till närmaste spår vid en potentiell utbyggnad av Höghastighetsbanan är minst 30 meter.
- 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.
- Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste spår vid en potentiell utbyggnad av Höghastighetsbanan. Avståndet avser ytor som vetter direkt mot järnvägen och inte är avskärmande av framförliggande bebyggelse.

- För bostadshus 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.
  - Friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande ska placeras mot trygg sida, d.v.s. bort från riskälla alternativt på byggnadernas tak.
  - Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell).

De rekommenderade åtgärderna innebär en reducering av samhällsrisken. Åtgärderna medför att planerad bebyggelse och markanvändning inom planområdet får en 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>6</b>
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte .....	6
1.3 Omfattning.....	6
1.4 Underlag .....	6
1.5 Internkontroll.....	6
1.6 Förutsättningar .....	7
<b>2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET</b> .....	<b>9</b>
2.1 Områdesbeskrivning.....	9
2.2 Planerad bebyggelse kv. Målaren.....	10
<b>3. RISKINVENTERING</b> .....	<b>11</b>
3.1 Allmänt – Identifiering av riskkällor.....	11
3.2 Godsstråket genom Bergslagen.....	12
3.3 Industrispår mot Örnsro .....	15
3.4 Höghastighetsbanan (framtid).....	16
<b>4. INLEDANDE RISKANALYS</b> .....	<b>18</b>
4.1 Metodik.....	18
4.2 Identifiering av olycksrisker .....	18
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk .....	18
4.4 Slutsats inledande riskanalys .....	22
<b>5. FÖRDJUPAD RISKANALYS</b> .....	<b>22</b>
5.1 Metodik.....	22
5.2 Resultat riskberäkningar .....	25
5.3 Värdering av risk .....	27
5.4 Hantering av osäkerheter .....	28
<b>6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>31</b>
6.1 Allmänt.....	31
6.2 Diskussion kring åtgärder .....	31
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	36
<b>7. SLUTSATSER</b> .....	<b>37</b>
<b>8. BILAGOR</b> .....	<b>37</b>
<b>9. REFERENSER</b> .....	<b>38</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Ny bebyggelse planeras för kv. Målaren i området Örnros i Örebro. En ny detaljplan planeras att upprättas för det aktuella området. Syftet med den nya detaljplanen är att ersätta befintlig bebyggelse med flerbostadsbebyggelse.

Cirka 50 meter öster om det aktuella området går järnvägen Godsstråket genom Bergslagen. Enligt riktlinjer från Länsstyrelsen i Örebro län ska risker analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter från järnväg eller väg med transport av farligt gods. Detta medför att det ställs krav på att olycksrisker förknippade med järnvägen ska undersökas vid ny bebyggelse inom det aktuella området. Brandskyddslaget har fått i uppdrag att studera och analysera förekommande risker i planområdets närhet. Detta för att människor inom området inte ska utsättas för oacceptabla risker.

Trafikverket har 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. Åtgärdsvalsstudien har genomförts parallellt med framtagandet av den fördjupad översiktsplan som Örebro kommun upprättat för Järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik. Riskanalysen kommer att studera riskbilden för befintlig järnväg samt med hänsyn till ett framtida spårområde med tillkommande spår för höghastighetsjärnväg utmed det aktuella planområdet.

### 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:

- Skissförslag ny bebyggelse kv. Målaren, White Arkitekter AB, daterad 2016-06-10.
- Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik /1/

Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 9 - 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 Föresättningar

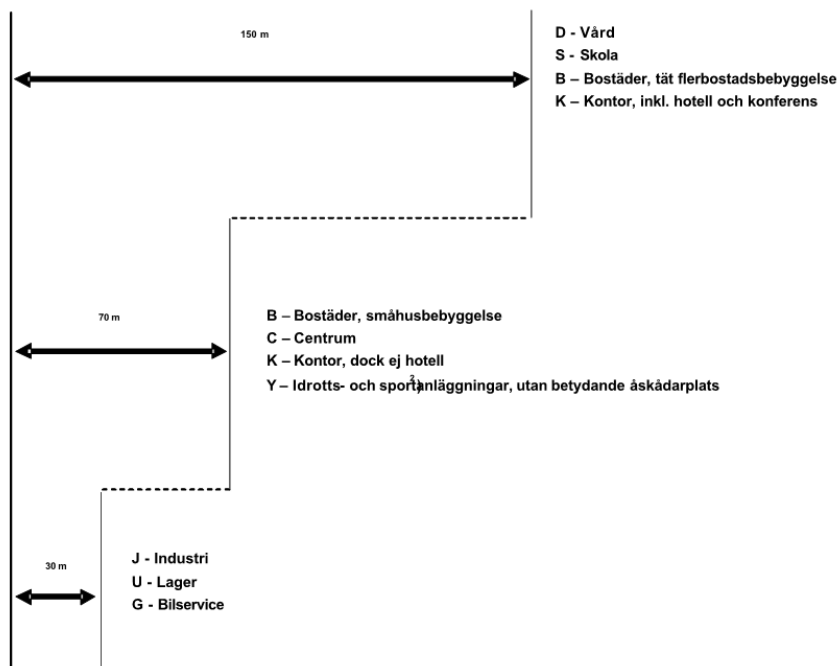
### 1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

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.

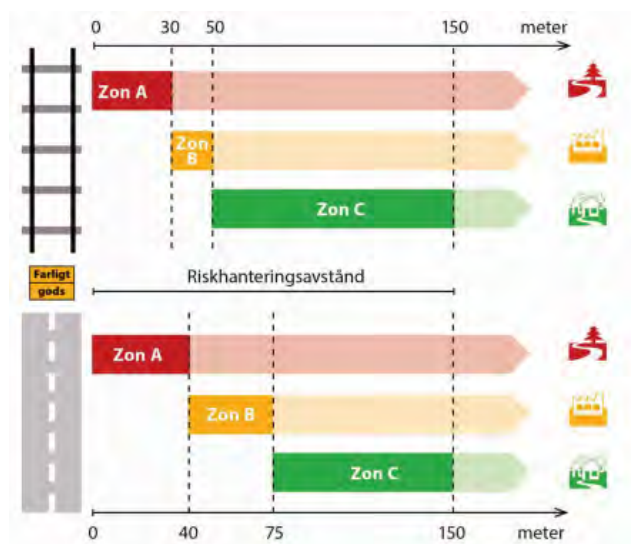
Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I RIKTSAM presenteras riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1. Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitt.



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

Utifrån ovan nämnda riskpolicy har Länsstyrelsen i Stockholms Län tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /4/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.2.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L (obemannad)	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Odling och djurhållning	J Industri	D Vård
T Parkering (ytparkering)	K Kontor	H Detaljhandel
Trafik	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig parkering)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Figur 1.2. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /4/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

**Trafikverket:** Trafikverket (tidigare Banverket) har tagit fram generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter /5/. 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 urspärning 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

Den studerade fastigheten Målaren ligger i industriområdet Örsro i centrala Örebro, se figur 2.1. Fastigheten är ca 25 000 m<sup>2</sup>.

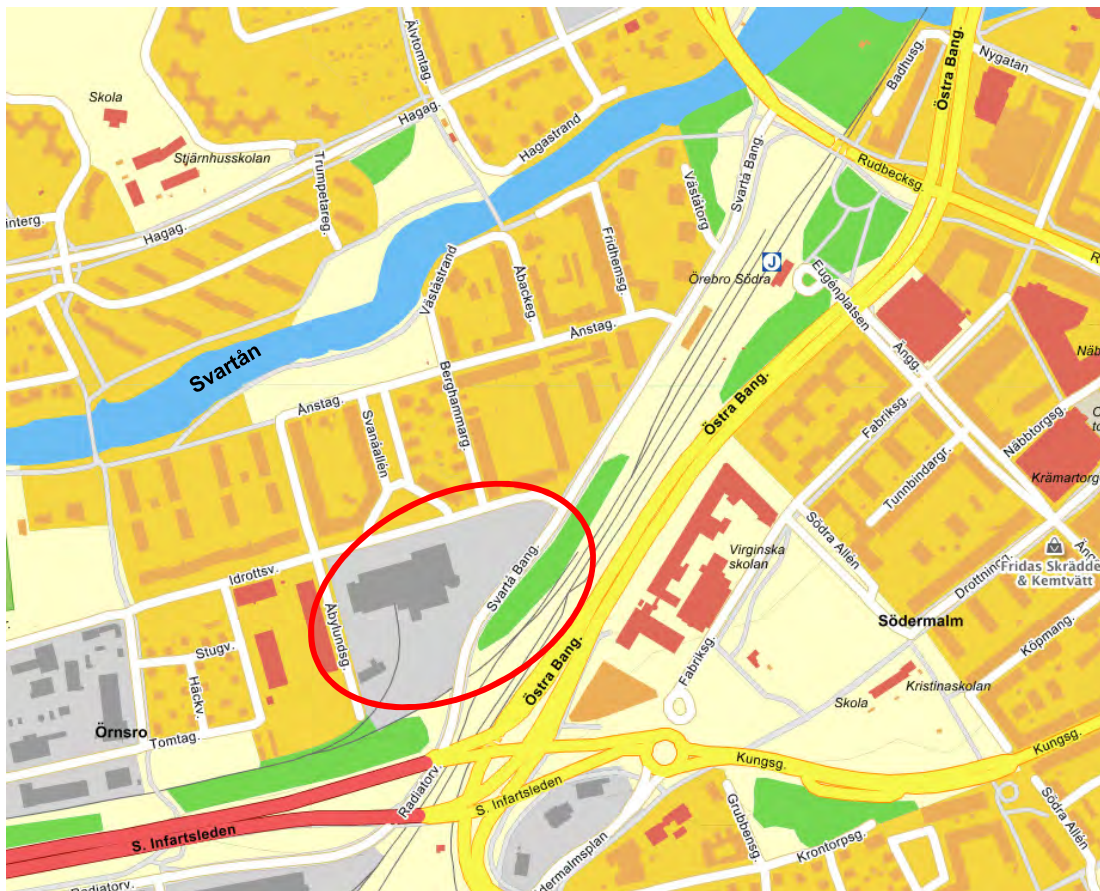
I dagsläget omfattar det aktuella området ett tryckeri. Tryckeriverksamheten lades dock ner 2015. De södra delarna av området är obebyggda och utgörs av markparkering och körytor.

Området avgränsas av gatorna Svartå Bangata, Idrottsvägen och Åbylundsgatan. Öster om Svartå Bangata går järnvägen (Godsstråket genom Bergslagen). Avståndet mellan järnvägen och det aktuella området är som minst ca 50 meter.

Från järnvägen går ett industrispår till Örsro industriområde, se figur 2.1. Det studerade området angränsar i söder direkt mot industrispåret utmed ca 100 meter. Från industrispåret går dessutom ett stickspår in i den aktuella fastigheten. Stickspåret är dock inte i bruk.

Området ligger i nivå med omgivningen.

Kringliggande bebyggelse är blandad. Nordväst om Idrottsvägen består bebyggelsen till stor del av flerbostadshus. Väster om Åbylundsgatan ligger kontorsbyggnader där bl.a. Örebro kommun huserar. Väster om kommunhuset ligger först ett bostadsområde med villabebyggelse och därefter fortsätter industriområdet. I höjd med området på motstående sida öster om järnvägen och Östra Bangatan ligger Virginska gymnasiet.



Figur 2.1. Området Örsro och dess omgivning, Örebro. Den aktuella fastigheten är inringad.

## 2.1.1 Omgivande planer

Det pågår ett flertal arbeten för exploatering i anslutning till den studerade fastigheten.

Kommunfullmäktige i Örebro kommun antog 25 mars 2015 fördjupning av översiktsplan för Järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik /6/. Kommunen vill utveckla området längs järnvägen, minska järnvägens störningar och barriäreffekt och skapa ett bättre resecentrum. Järnvägsområdet har sedan delats in i sex delprojekt varav områdena Söder om södra station (delar av Aspholmen och Gustavsvik) samt Södra station ligger i direkt anslutning till den aktuella fastigheten.

Cirka 200 meter väster om fastigheten ligger Örnsro IP. Det pågår ett arbete med att ta fram en ny detaljplan för detta område som syftar till att ersätta idrottsplatsen med flerbostadshus utmed Svartån.

Söder om Södra Infarten i höjd med fastigheten pågår upprättandet av ett nytt planprogram för området Aspholmen/Nasta. Inom området finns idag handel, verksamheter, kontor, viss service och restauranger m.m. Syftet med planprogrammet är att utreda förutsättningarna för en utveckling av stadsdelen som plats för arbetsplatser, verksamheter, service, handel, bostäder, rekreation och mötesplatser.

Ingen av dessa planer förväntas innebära etablering av verksamheter som kan medföra risk för det område som studeras i denna analys. En större exploatering som innebär förtätningar av bebyggelse utmed järnvägen kan dock komma att påverka samhällsriskerna.

I avsnitt 1.1 nämns en möjlig framtida utbyggnad av järnvägen. Detta kommer att innebära en förändrad trafiksituation, vilket i sin tur kan påverka riskbilden inom området. Detta beskrivs ytterligare i avsnitt 3.2.

## 2.2 Planerad bebyggelse kv. Målaren

Syftet med den nya detaljplanen är att ersätta befintlig industribebyggelse med ny flerbostadsbebyggelse. I figur 2.2 redovisas ett skissförslag på bebyggelsestruktur.

Flerbostadshus föreslås utmed Idrottsvägen och Åbylundsgatan. Bostadshus föreslås dessutom följa Svartå Bangata i områdets nordöstra del och fortsätter sedan i samma linje västerut medan gatan viker av söderut. Detta medför ett avstånd på ca 65 meter mellan bostäder och det befintliga industrispåret. Avståndet till järnvägens huvudspår blir minst ca 65 meter.

Bebyggelsehöjden kommer att variera från 5-10 våningsplan. Planförslaget innehåller sammanlagt drygt 400 bostadslägenheter i varierande storlek. I markplan föreslås lokaler och verksamheter.

Den föreslagna bebyggelsestrukturen innebär ca 25 000 m<sup>2</sup> bostadsarea och ca 2 700 m<sup>2</sup> lokalarea. Den totala bruttoarean (BTA) blir ca 33 570 m<sup>2</sup>.

Ytorna mellan bostadshusen och industrispåret behålls som markparkering. Parkeringsytorna utvidgas västerut fram till fastighetsgräns mot Åbylundsgatan.



Figur 2.2. Skissförslag ny bebyggelse kv. Målaren. Befintlig bebyggelse är skifferad med grått och rosa. (White Arkitekter AB, daterad 2016-06-10).

### 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 järnvägen identifierats som riskkälla. I riskinventeringen kommer beskrivningen av järnvägen att delas upp på Godsstråket genom Bergslagen, industrispåret mot Örsro samt den eventuella framtida Höghastighetsbanan mellan Oslo – Stockholm.

## 3.2 Godsstråket genom Bergslagen

### 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.

Utmed det studerade området består järnvägen av två genomgående spår samt ett antal stickspår och anslutningar till industrispår (se vidare avsnitt 3.3).

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.

#### 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 /7/. 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.

Observera att åtgärdsvalsstudien inte har utrett möjligheten för nya Höghastighetsbana på sträckan Oslo-Stockholm med en passage av Örebro. Detta behandlas separat i avsnitt 3.4.

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.

Örebro kommun har en strategi 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. Med anledning av osäkerheterna kring den framtida trafiksituationen på järnvägen kommer riskanalysen att utgå från att godstrafiken fortsätter att gå på den aktuella banan.

Enligt uppgifter från Trafikverket väntas åtgärderna enligt det förslag som anges i åtgärdsvalsstudien medföra att hastighetsbegränsningen kan 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 av järnvägen.

Trafikverkets prognos för år 2040 är 132 persontåg och 103 godståg per dygn /8/.

### 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 /9/.

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 /10/. 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.

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

- MSB (tidigare Räddningsverket) har tidigare genomfört kartläggningar av mängden farligt gods som transporterades på Sveriges järnvägar, bl.a. under september 2006 /11/. 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 /12/ 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 /12/ 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 studerar 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.

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.

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.

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.

Transportmängder uppskattas för trafikscenarierna *Nuläge* (baserat på dagens trafikmängd) respektive *Framtid* (baserat på trafikmängd för prognosår 2040).

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

Klass	Andel	Uppskattat antal godsvagnar med farligt gods per år	
		<i>Nuläge</i>	<i>Framtid</i>
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.

### 3.3 Industrispår mot Örnsro

#### 3.3.1 Allmänt

Från Godsstråket genom Bergslagen går ett industrispår till Örnsro industriområde, se figur 2.1. Spåret utgjorde tidigare den s.k. Svartåbanan som gick mellan södra station och Svartå. Svartåbanan lades ned på 1980-talet och stora delar av spåren har rivits upp.

Numera går industrispåret endast fram till E18.

Spåret trafikeras av godståg till E.ON:s kraftvärmeverk (Åbyverket) som ligger ca 750 meter väster om den aktuella fastigheten.

Från industrispåret går dessutom ett stickspår in i den aktuella fastigheten. Stickspåret är dock inte i bruk.

#### Framtid

Enligt avsnitt 3.2 har Trafikverket genomfört en åtgärdsvalsstudie för Järnvägen i Örebro. I det åtgärdsalternativ som föreslås utifrån åtgärdsvalsstudien ingår en anpassning av spårområdet vid södra station för att skapa en god tillgänglighet till det aktuella industrispåret. Detta innebär att det finns fler anslutningar mellan stickspåren utmed södra station och industrispåret. Det innebär däremot ingen utökning av spårområdet utmed den aktuella fastigheten.

#### 3.3.2 Trafik

Enligt ovan trafikeras industrispåret i nuläget endast av transporter till E.ON:s kraftvärmeverk, Åbyverket. Enligt uppgifter från Trafikverkets åtgärdsvalsstudie erhåller Åbyverket del av sitt bränsle via tågtransporter /7/. Behovet är koncentrerat till vintern då två tåg á 480 meter körs per vecka.

I åtgärdsvalsstudien redovisas dessutom att E.ON ser en potential av upp till fördubblat antal transporter på järnvägen de närmaste åren, men att en ökning med 25 % förmodligen är mer realistisk.

Åbyverket är ett bibränsleeldat kraftvärmeverk med ångpannor och en hetvattenpanna.

Biobränslet till pannorna levereras huvudsakligen med lastbilar, men enligt ovan sker även tågtransporter under vintertid.

### 3.3.3 Transporter av farligt gods

Det förekommer inga transporter av farligt gods på det aktuella industrispåret.

## 3.4 Höghastighetsbanan (framtid)

### 3.4.1 Allmänt

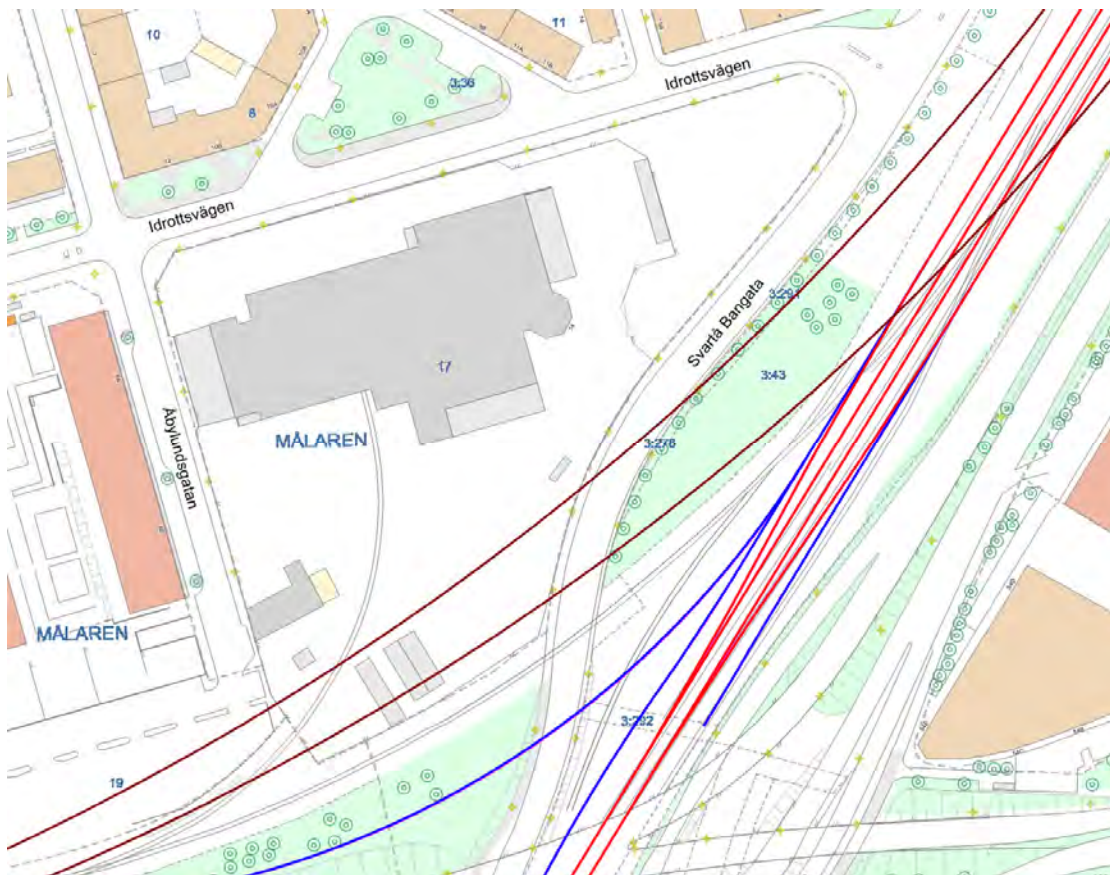
Det pågår en diskussion kring en omfattande utbyggnad av det svenska järnvägsnätet som ska förbi Stockholm, Göteborg och Malmö med dubbelspåriga höghastighetsbanor. Flera olika alternativa sträckningar har studerats och den exakta utformningen är inte fastställd.

Ett sträckningsalternativ för 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. Spårområdet utökas då med ett spår på vardera sidan om befintliga spår fram till strax söder om Södra station där Höghastighetsbanan viker av västerut.

Det östra spåret kommer att passera över de befintliga huvudspåren. Väster om planområdet kommer båda spåren att passera över industrispåret mot Örnsro. De nya spåren kommer därmed att gå på bro utmed den aktuella sträckan.

I figur 3.1 redovisas föreslagen spårdragning i höjd med det aktuella planområdet. Förslaget innebär att spåren kommer att gå i den södra delen av fastigheten.





Figur 3.1. Förslag till utformning av spårområde i höjd med kv. Målaren vid utbyggnad av Höghastighetsbana (Källa Norsk Bane, arbetsmaterial daterat 2015-09-14). Det studerade området är inringat.

#### 3.4.2 Trafik

Den nya Höghastighetsbanan kommer huvudsakligen att trafikeras av persontåg.

Enligt avsnitt 3.4.1 är planeringen av Höghastighetsbanan i ett mycket tidigt skede och den exakta utformningen är inte fastställd. Det har inte hittats några detaljerade trafikprognoser för den aktuella sträckningen. I de prognoser som upprättats av Trafikverket redovisar man att höghastighetstågen mellan Göteborg-Stockholm antas kunna gå som mest 3 gånger per timme (högt trafik) med totalt 58 tåg per dygn (29 dubbelturer) /13/.

#### 3.4.3 Transporter av farligt gods

Enligt ovan kommer Höghastighetsbanan huvudsakligen att trafikeras av persontåg. Det förutsätts att det inte kommer att förekomma några transporter av farligt gods på den nya Höghastighetsbanan.

## **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.

### **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. Urspåring
2. Tågbrand
3. Olycka vid transport av farligt gods

I avsnitt 3 har beskrivningen av järnvägen delats upp på Godsstråket genom Bergslagen, industrispåret mot Örnsro samt den eventuella framtida Höghastighetsbanan mellan Oslo – Stockholm. Trafiken på dessa olika banor skiljer sig åt och innebär därmed olika potentiella olycksrisker. Samtidigt skiljer sig avståndet mellan det aktuella området och de olika banorna mycket, vilket påverkar vilka olycksrisker som kan påverka risknivån inom området. Avståndet mellan planområdet och Godsstråket genom Bergslagen ger exempelvis ett betryggande skydd mot både urspåring, tågbrand och en stor andel av olycksrisker med farligt gods.

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

#### **4.3.1 Urspåring**

Allmänt

Sannolikheten för urspåring bedöms vara förhållandevis hög. Urspåring 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.

#### Godsstråket genom Bergslagen

Avståndet mellan Godsstråket genom Bergslagen och det aktuella området är som minst ca 50 meter. Avståndet överstiger med god marginal det potentiella skadeavståndet vid en urspårning på järnvägen. Urspårning på Godsstråket genom Bergslagen kommer inte påverka risknivån inom området och behöver därför inte att hanteras vidare i riskanalysen.

#### Industrispår mot Örsro

Det studerade området angränsar i söder direkt mot industrispåret utmed ca 100 meter. Inom ca 5-10 meter från spåret är det grönyta. I norr passerar industrispåret över Svartå Bangata och avståndet till planområdet ökar då till ca 45 meter.

Hastighetsbegränsningen på industrispåret är låg, sannolikt lägre än 50 km/h.

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 /14/. Med en antagen hastighet på 50 km/h blir det maximala avståndet då ca 8-9 meter.

Industrispåret trafikeras endast av transporter till E.ON:s kraftvärmeverk, Åbyverket. Enligt uppgifter från Trafikverkets åtgärdsvalsstudie erhåller Åbyverket del av sitt bränsle via tågtransporter /7/. Behovet är koncentrerat till vintern då 2 tåg á 480 meter körs per vecka. Det mycket låga antalet tåg innebär en extremt låg sannolikhet för urspårning utmed den aktuella sträckan.

En urspårning på industrispåret bedöms ha mycket begränsad påverkan på risknivån inom området med hänsyn till hastighetsbegränsningen samt det låga antalet godståg. Med hänsyn till det begränsade avståndet mellan industrispår och fastighetsgräns bör olycksrisken dock hanteras vidare i riskanalysen.

#### Höghastighetsbanan (framtid)

Den planerade utbyggnaden av järnvägen med höghastighetsspår innebär en kraftig ökning av risknivån inom det studerade området. Enligt det förslag som redovisas i avsnitt 3.4 kommer de nya spåren att gå inom den södra delen av fastigheten.

De tillkommande spåren kommer troligtvis att passera på brokonstruktioner utmed den aktuella sträckan. Dels ska det östra spåret passera över de befintliga huvudspåren strax norr om planområdet och dels ska båda spåren passera över industrispåret mot Örsro strax väster om planområdet.

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 /15/. 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 urspåret tåg lämnar spårområdet, men det är oklart med hur mycket. Olycksrisken behöver studeras i en fördjupad riskanalys.

## 4.3.2 Tågbrand

### Allmänt

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. Strategin för utrymning av persontåg innebär normalt att tåget i första hand ska köras fram till perrong för att undvika utrymning via spår.

### Godsstråket genom Bergslagen

Avståndet mellan Godsstråket genom Bergslagen och det aktuella området är som minst ca 50 meter. Avståndet överstiger med god marginal det potentiella skadeavståndet vid en tågbrand. Tågbrand på Godsstråket genom Bergslagen kommer inte påverka risknivån inom området och behöver därför inte att hanteras vidare i riskanalysen.

### Industrispår mot Örsro

Det studerade området angränsar i söder direkt mot industrispåret utmed ca 100 meter. Inom ca 5-10 meter från spåret är det grönyta. I norr passerar industrispåret över Svartå bangata och avståndet till planområdet ökar då till ca 45 meter.

En tågbrand på industrispåret bedöms ha mycket begränsad påverkan på risknivån inom området med hänsyn till det låga antalet godståg. Med hänsyn till det begränsade avståndet mellan industrispår och fastighetsgräns bör olycksrisken dock hanteras vidare i riskanalysen.

### Höghastighetsbanan (framtid)

Den planerade utbyggnaden av järnvägen med höghastighetsspår kan innebära en mindre ökning av risknivån inom det studerade området i direkt anslutning till spårområdet. 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 Höghastighetsbanan inte planeras att trafikeras av godståg behöver skadescenariot brand i godståg inte beaktas.

#### 4.3.3 Olycka vid transport av farligt gods

*Denna olycksrisk kommer endast att studeras med avseende på Godsstråket genom Bergslagen. Enligt avsnitt 3.3 och 3.4 så förväntas det inte förekomma några transporter av farligt gods på varken industrispåret eller på den framtida Höghastighetsbanan.*

Godsstråket genom Bergslagen

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån RID-S /9/. 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 massexlosion. 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 massexlosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexlosion, 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.

Avståndet mellan Godsstråket genom Bergslagen och det aktuella området är som minst ca 50 meter. 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 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Avståndet mellan järnvägen och planområdet överstiger med god marginal de potentiella skadeavstånden vid olycka med övriga farligt godsklasser, vilka därför inte bedöms påverka risknivån inom planområdet.

## 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:

- Urspårning på Industrispår mot Örnstro
- Urspårning på Höghastighetsbanan (framtid)
- Brand i godståg på Industrispår mot Örnstro
- Olycka vid transport av farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen
  - Masseexplosiva ämnen (klass 1.1)
  - Brännbara gaser (klass 2.1)
  - Giftiga gaser (klass 2.3)
  - Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Urspårning och brand i godståg samt övriga olycksrisker förknippade med transport av farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen har enligt den inledande riskanalysen en så begränsad påverkan på risknivån inom planområdet att de anses vara acceptabla och omfattas därför inte av någon detaljerad analys.

## 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 framförbyggande 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 samhällsrisk utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Enligt avsnitt 5.1.3 avser acceptanskriterierna för samhällsrisk  $1 \text{ km}^2$  med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för  $1 \text{ km}$  järnväg.

Samhällsrisk 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>	$10^{-5}$ 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 /16/*. I denna publikation ges dessutom förslag på riskkriterier för samhällsrisk, se tabell 5.2.

Tabell 5.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk /16/.

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

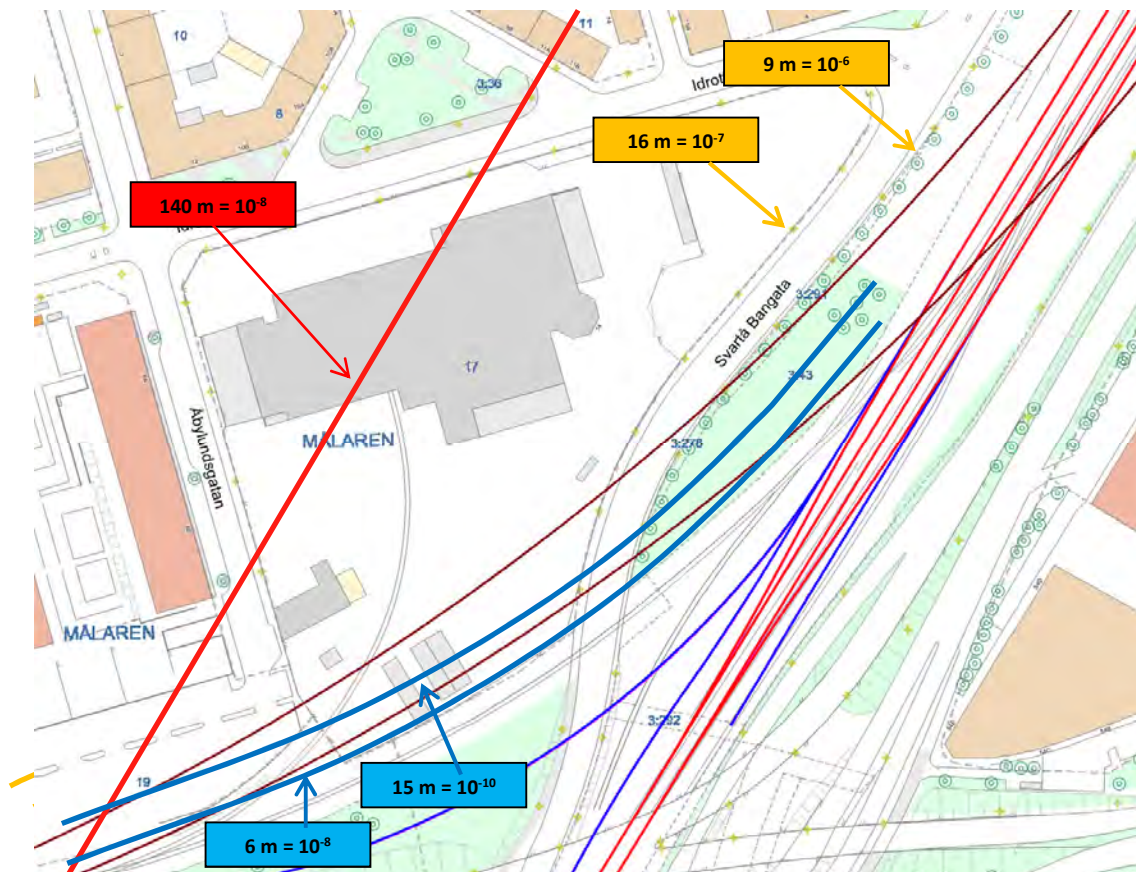
I bilaga C redovisas individriskprofiler för de studerade riskkällorna. Individrisken redovisas som funktion av avståndet till Godsstråket genom Bergslagen, Industrispåret mot Örnsro respektive den planerade Höghastighetsbanan. Individrisken redovisas dels för oskyddad person utomhus och dels för person som vistas inomhus.

Eftersom det aktuella planområdet angränsar mot både Godsstråket genom Bergslagen, Industrispåret mot Örnsro samt den framtida Höghastighetsbanan så utsätts området för riskbidrag från samtliga riskkällorna. För att illustrera den sammanvägda individrisken från flera riskkällor så redovisas individrisken som riskkonturer i förhållande till respektive riskkälla.

Där riskkonturen från exempelvis alla tre riskkällor skär så blir den totala individrisken

$$F_{\text{Godsstråket}} + F_{\text{Industrispår}} + F_{\text{Höghastighetsbana}}$$

Figur 5.1 illustrerar riskkonturerna för oskyddad person utomhus. Individrisken som redovisas i figuren gäller för trafikscenario Framtid.



Figur 5.1. Riskkonturer för *oskyddad person utomhus*. Trafikscenario Framtid.

Röda linjer markerar riskkonturer från Godsstråket genom Bergslagen.

Blå linjer markerar riskkonturer från Industrispår mot Örnsro.

Orange linjer markerar riskkonturer från Höghastighetsbanan.

I bilaga C redovisas dessutom individrisken inom det studerade planområdet där hänsyn tas till planerad bebyggelse. Avståndet mellan planerad ny bebyggelse och industrispåret respektive det närmaste nya spåret för Höghastighetsbanan överstiger dock skadeavstånden för de potentiella olycksriskerna förknippade med dessa två riskkällor. Planerad bebyggelse påverkar därmed inte risknivån för aktuella olycksrisker. Därför redovisas inte individrisken avseende dessa två riskkällor för det studerade planområdet där hänsyn tas till planerad bebyggelse.

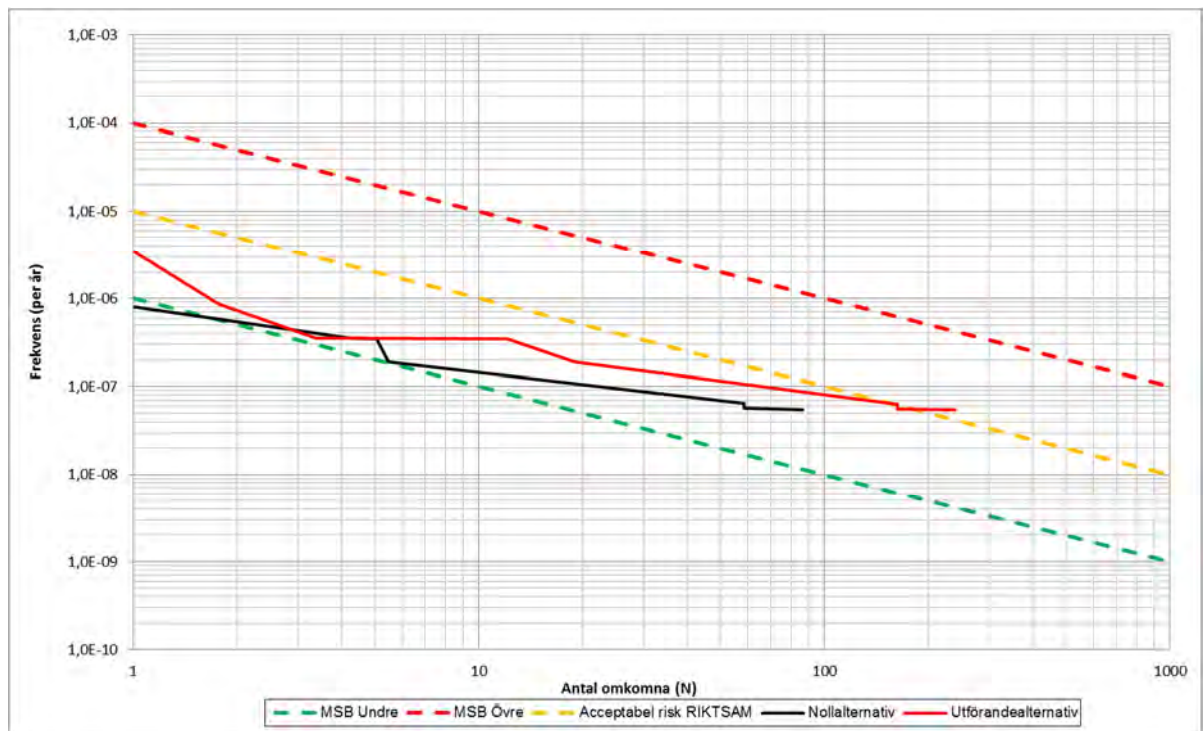
Avseende individriskprofilen avseende Godsstråket genom Bergslagen går att utläsa att individrisken ligger mellan  $10^{-8}$  och  $10^{-9}$  per år inom ca 150 meter från närmaste spår. Individrisken överstiger inte  $10^{-8}$  per år inom det studerade planområdet.

## 5.2.2 Samhällsrisk

Nedan redovisas den beräknade samhällsrisken för det studerade planområdet samt kringliggande bebyggelse. I figur 5.2 redovisas samhällsrisken för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse) respektive för utförandealternativ (med planerad ny bebyggelse).

Samhällsrisken som redovisas i figuren gäller för trafikscenario Framtid och omfattar olycksrisker förknippade med samtliga studerade riskkällor. (I bilaga C redovisas även samhällsrisken för trafikscenario Nuläge).

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



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån med avseende på olycksrisker förknippade med studerade riskkällor. **Trafikscenario Framtid.** (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

### 5.3 Värdering av risk

#### 5.3.1 Individrisk

Olycksrisker förknippade med Godsstråket genom Bergslagen samt Industrispår mot Örnros innebär ett mycket litet bidrag till individrisken inom planområdet. Med avseende på trafikscenario Nuläge bedöms därmed individrisken (både för oskyddade personer utomhus samt för personer som vistas inomhus) hamna på en acceptabel nivå inom hela planområdet.

Med avseende på trafikscenario Framtid så förutsätts att den planerade Höghastighetsbanan har byggts. Individrisken för oskyddade personer utomhus bedöms då hamna inom ALARP inom ca 16 meter från närmaste nya höghastighetsspår (mätt från spårmittpunkt). Inom ca 10 meter från spåret hamnar individrisken inom den övre halvan av ALARP. Även för trafikscenario Framtid innebär olycksrisker förknippade med Godsstråket genom Bergslagen samt Industrispår mot Örnros ett mycket litet bidrag till individrisken inom planområdet.

Avståndet mellan planerad ny bebyggelse och industrispåret respektive det närmaste nya spåret för Höghastighetsbanan överstiger skadeavstånden för de potentiella olycksriskerna förknippade med dessa två riskkällor. Planerad bebyggelse påverkar därmed inte risknivån för aktuella olycksrisker. Individrisken inom planerad ny bebyggelse hamnar på en acceptabel nivå.

#### 5.3.2 Samhällsrisk

Enligt tidigare studerar riskanalysen tv olika trafikscenarier som påverkar riskbilden inom det aktuella planområdet och dess omgivning.

**Nuläge:** Samhällsrisken från olycksriskerna förknippade med de studerade riskkällorna bedöms delvis hamna inom den nedre halvan av ALARP enligt riskkriterierna i *Värdering av risk*. För olyckor med färre antal omkomna (mindre än 5-10 personer) hamnar risknivån under det undre acceptanskriteriet. Samhällsrisken för planerad ny bebyggelse hamnar på en acceptabel nivå enligt riskkriterierna som redovisas i *RIKTSAM*.

Det främsta bidraget till den höga risknivån bedöms utgöra olycksrisker med stora utsläpp av giftiga gaser på Godsstråket genom Bergslagen. Olycksrisker förknippade med övriga farligt godstransporter på Godsstråket genom Bergslagen samt urspårning och tågbrand på Industrispåret mot Örnros bedöms ha en mycket 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 innebära en motsvarande risknivå som nollalternativet.

**Framtid:** Samhällsrisken från olycksriskerna förknippade med de studerade riskkällorna bedöms hamna inom den nedre halvan av ALARP enligt riskkriterierna i *Värdering av risk*. Olycksrisker förknippade med den planerade Höghastighetsbanan innebär att risknivån för enstaka omkomna också hamnar inom den nedre halvan av ALARP. För olycksrisker med stora utsläpp av brännbara och giftiga gaser på Godsstråket genom Bergslagen så tangerar risknivån den acceptabla nivån enligt riskkriterierna som redovisas i *RIKTSAM*.

Även för trafikscenario Framtid är skillnaden i samhällsrisk för utförandealternativet och nollalternativet relativt begränsad. Den planerade bebyggelsen innebär huvudsakligen att konsekvenserna för stora olycksrisker kan bli betydligt större. För mindre olycksrisker bedöms dock utförandealternativet innebära en motsvarande, eller något högre, risknivå än nollalternativet.

### 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 urspåringsfrekvenser 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 /17/. 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 godsklass.

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.

- **Uppskattad trafikmängd på Höghastighetsbanan**

Planeringen av Höghastighetsbanan är i ett mycket tidigt skede och den exakta utformningen är inte fastställd. Det har inte hittats några detaljerade trafikprognoser för den aktuella sträckningen. Riskanalysen har utgått från tidiga prognoser som upprättats av Trafikverket för en alternativ sträckning av sträckan Göteborg-Stockholm.

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

- **Val av olycksscenarier, 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 skadescenarier 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 samhällsriskerna 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 samhällsriskerna. 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 skadescenarier som innebär konsekvenser även inom kringliggande områden. Sammantaget så bidrar kringliggande bebyggelse till en begränsad andel av det totala antalet omkomna för dessa skadescenarier.

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 förenklingar och antaganden innebär används enligt ovan konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar 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 trafikmängder på Höghastighetsbanan samt den antagna mängden farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen. Känslighetsanalysen beaktar därför följande:

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

### **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 samhällsriskerna 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 samhällsriskerna 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) respektive Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer (se figur 1.2) 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 bebyggelsekarta enligt figur 2.2 innebär avsteg från de skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 avseende flerbostadshus i flera plan. Förslaget innebär dock att avstånd till närmaste spår inte understiger 30 meter. Även vid en eventuell framtida Höghastighetsbanan så kommer ett bebyggelsefritt område på 30 meter från närmaste spår (mätt från spårmittpunkt) att upprätthållas.*

*Att göra ytterligare avsteg från skyddsavstånden innebär bebyggelse inom det rekommenderade bebyggelsefria området på 30 meter från järnväg. Avsteg som innebär bebyggelse inom det bebyggelsefria området är generellt mycket svårt att få igenom med hänsyn till den förhöjda risknivån förknippad med bl.a. urspårning.*

*Markparkering 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. Denna typ av verksamhet accepteras normalt inom den bebyggelsefria zonen.*

*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 (Avstånden utgår från spårmittpå närmaste nya spår för Höghastighetsbanan):*

- *Nya bostadshus placeras så att avståndet till närmaste spår är minst 30 meter.*
- *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.*
- *Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste spår.*

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

*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 bostadsbebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrids. Den planerade 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.

Riskanalysen studerar enligt tidigare två olika trafikscenarier (Nuläge och Framtid), 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 utgår från en framtida trafiksituation där den planerade Höghastighetsbanan är utbyggd förbi området enligt föreslagen sträckning. Dessutom förutsätts det att godstrafik fortsätter att trafikera befintliga spår genom Örebro.

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.*



*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.*

*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 /14/*.

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 skyddsriäl alternativt förhöjd kantbalk. Urspårningsskydd ska utföras i enlighet med Trafikverkets föreskrifter BVF 586.65 /15/.

*De åtgärdsförslag som anges ovan bedöms vara relativt svåra och kostsamma att genomföra.*

*Med befintlig utformning av järnvägen är det endast en urspårning på Industrispåret mot Örnros som kan påverka risknivån inom det studerade området. Avståndet mellan Godsstråket genom Bergslagen och planområdet ger ett betryggande skydd. Utifrån den detaljerade riskanalysen bedöms att urspårning har en mycket begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Detta trots att konsekvensberäkningarna för skadescenariot har utförts utifrån konservativa antaganden avseende skadepåverkan inom planområdet. Den begränsade påverkan på samhällsrisk beror på att avståndet mellan spår och ny bostadsbebyggelse ger ett betryggande skydd mot urspårning samt att de obebbyggda ytorna närmast industrispåret ska utgöra markparkering som inte innebär någon stadigvarande vistelse eller någon hög persontäthet närmast järnvägen.*

*En framtida sträckning av Höghastighetsbanan genom den södra delen av planområdet innebär att även en urspårning på dessa spår kommer påverka risknivån. Utifrån den detaljerade riskanalysen bedöms att även urspårning på Höghastighetsbanan har en begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom området, men att skadescenariot ändå innebär att risknivån hamnar inom ALARP.*

*Föreslagen utformning av den nya järnvägen innebär att spåren kommer att gå på bro utmed den aktuella sträckan. För järnväg på bro finns det krav på urspårningsskydd enligt Trafikverkets (tidigare Banverkets) föreskrifter BVF 586.65 /15/. 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.*

*I avsnitt 6.2.1 rekommenderas ett skyddsavstånd på 30 meter mellan närmaste nya spår och ny bostadsbebyggelse samt obebbyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Skyddsavståndet ger ett betryggande skydd mot potentiella urspårningsscenarier både med den befintliga och framtida järnvägsutformningen.*

*Med hänsyn till det 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.*

## 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 framförhållande 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 olycka med brännbara gaser på Godsstråket genom Bergslagen samt brand i godståg på Industrispåret mot Örnsro en begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Avståndet mellan Godsstråket och planområdet ger ett betryggande skydd mot olycka med brandfarlig vätska.*

*I avsnitt 6.2.1 rekommenderas ett skyddsavstånd på 30 meter mellan närmaste nya spår och ny bostadsbebyggelse samt obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Skyddsavståndet ger ett betryggande skydd mot brand i godståg på Industrispåret och begränsar dessutom sannolikheten för brandspridning in i byggnader vid olycka med brännbar gas.*

*Med hänsyn till det begränsade riskbidraget samt föreslagna skyddsavstånd enligt avsnitt 6.2.1 bedöms det inte vara rimligt att ställa krav på ytterligare åtgärder som skyddar mot brand vid ny detaljplan.*

## 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 nödavgångning.

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 giftiga gaser relativt stor påverkan på risknivån inom det studerade området.*

*Det är osäkert hur stor riskreducerande effekt som de ventilationstekniska åtgärderna innebär. Åtgärderna bedöms dock normalt innebära relativt låga kostnader och inkräktar 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.*

*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.*

## 6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas (avstånden mäts från spårmit):

- Nya bostadshus placeras så att avståndet till närmaste spår vid en potentiell utbyggnad av Höghastighetsbanan är minst 30 meter.
- 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.
- Avståndet till obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse (t.ex. lekplatser eller uteserveringar) bör ej understiga 30 meter till närmaste spår vid en potentiell utbyggnad av Höghastighetsbanan. Avståndet avser ytor som vetter direkt mot järnvägen och inte är avskärmade av framförliggande bebyggelse.
- För bostadshus som vetter direkt mot järnvägen utan framförliggande bebyggelse ska följande åtgärder vidtas:
  - o Utrymningsvägar placeras så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på järnvägen.
  - o Friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande ska placeras mot trygg sida, d.v.s. bort från riskkälla alternativt på byggnadernas tak.
  - o Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell).

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 reduktion av samhällsrisk inom det studerade området. Samhällsrisk hamnar inom den undre halvan av ALARP, vilket betraktas som acceptabel risk enligt RIKTSAM.

Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse samt förändrad markanvändning inom planområdet får en begränsad påverkan på samhällsrisk 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 passera öster om 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. Dessutom finns det planer på att dra en ny järnvägssträckning för snabbtåg genom den södra delen av planområdet.

Genomförd riskanalys av identifierade risker förknippade med intilliggande riskkällor visar att olycksriskerna har en relativt begränsad påverkan på risknivån inom det studerade området. Detta gäller framförallt samhällsrisk. 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 bostadsbebyggelse inom planområdet understiger rekommenderade skyddsavstånd enligt både RIKTSAM och Länsstyrelsen i Stockholm. Med anledning av risknivån samt aktuella avsteg från rekommenderade skyddsavstånd 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 reducering av samhällsrisk. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en begränsad påverkan på samhällsrisk 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/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /5/ Järnvägen i samhällsplaneringen – Underlag för tillämpning av miljöbalken och plan- och bygglagen, Diarienummer F08-13934/SA20, Banverket 2009
- /6/ Fördjupning av översiktsplan för järnvägsområdet mellan Svampen och Gustavsvik, Örebro kommun, godkänd av Programnämnd samhällsbyggnad och antagen av Kommunfullmäktige 25 mars 2015
- /7/ Åtgärdsvalsstudie – Järnvägsanläggningen i Örebro, Örebro kommun, Trafikverket, 2015-07-03
- /8/ Uppgifter om trafikflöden erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2016-11-24
- /9/ RID-S 2017 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2016:9, 2017
- /10/ Uppgifter om transporter av farligt gods och trafik för Örebro södra år 2013-2015, erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2017-01-05
- /11/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007
- /12/ Bantrafik 2015 (Rapportnr 2016:18), Statistikrapport från Trafikanalys
- /13/ Trafikering med nya höghastighetsbanor Stockholm-Göteborg/Malmö, Trafikverket, daterad 2015-05-29 (version 0.5)
- /14/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002
- /15/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10
- /16/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /17/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

## Bilaga A - Frekvensberäkningar

<b>Uppdragsnamn</b> Kv Målaren, Örebro		
<b>Uppdragsgivare</b> Kungsleden AB	<b>Uppdragsnummer</b> 110077	<b>Datum</b> 2017-03-27
<b>Handläggare</b> Erik Hall Midholm	<b>Egenkontroll</b> EMM 2017-03-27	<b>Internkontroll</b> RKL 2017-03-27

---

## 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 den närliggande järnvägen:

- Urspårning på industrispår mot Örnsro
- Urspårning på höghastighetsbanan (framtid)
- Brand i godståg på industrispår mot Örnsro
- Olycka vid transport av farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen
  - Masseexplosiva ämnen (klass 1.1)
  - Brännbara gaser (klass 2.1)
  - Giftiga gaser (klass 2.3)
  - Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Risکانalysen studerar två olika trafikscenarier: Nuläge respektive Framtid. Urspårning på höghastighetsbanan studeras endast för trafikscenario Framtid.

Enligt avsnitt 3.2 i huvudrapporten har Örebro en strategi 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. Med anledning av osäkerheterna kring den framtida trafiksituationen på järnvägen kommer risکانalysen att utgå från att godstrafiken fortsätter att gå på den aktuella banan.

## 2. Indata

### 2.1 Godsstråket genom Bergslagen

#### 2.1.1 Allmänt

Cirka 50 meter öster om det aktuella planområdet går Godsstråket genom Bergslagen.

Utmed det studerade området består järnvägen av två spår med genomgående trafik samt ett antal stickspår och anslutningar till industrispår (se vidare avsnitt 2.2).

Hastighetsbegränsningen på järnvägen genom Örebro är 110 km/h för persontåg och 100 km/h för godståg.

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

## Framtid

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. Enligt uppgifter från Trafikverket väntas åtgärderna enligt det förslag som anges i åtgärdsvalsstudien medföra att hastighetsbegränsningen kan ökas till 130 km/h för persontåg. Hastighetsbegränsningen för godståg förblir 100 km/h.

Åtgärdsvalsstudien har inte utrett möjligheten för nytt snabbtåg på sträckan Oslo-Stockholm med en passage av Örebro. Detta behandlas separat i avsnitt 2.3.

Enligt avsnitt 1 kommer riskanalysen att utgå från att järnvägen även i framtiden kommer att trafikeras av både persontåg och godståg.

### 2.1.2 Trafik

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 /2/. 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 /**Fel! Bokmärket är inte definierat.**/. För trafikscenariot Framtid med gods motsvarar detta i genomsnitt ca 39 800 persontåg och 26 800 godståg per år.

Enligt VTI-rapport 387:2 /3/ utgör persontåg i medel 10 vagnar och godståg utgörs av ca 30 vagnar.

### 2.1.3 Transporter 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.

---

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

/2/ Uppgifter om trafikflöden erhållna av Mattias Gyllenswärd, Åtgärdsplanerare på Trafikverket, e-post 2016-11-24

/3/ 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 /4/ 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.

## 2.2 Industrispår mot Örnsro

### 2.2.1 Allmänt

Från Godsstråket genom Bergslagen går ett industrispår till Örnsro industriområde. Det studerade området angränsar i söder direkt mot industrispåret utmed ca 100 meter. Från industrispåret går dessutom ett stickspår in i den aktuella fastigheten. Stickspåret är dock inte i bruk.

Spåret trafikeras endast av godståg till E.ON:s kraftvärmeverk (Åbyverket) som ligger ca 750 meter väster om den aktuella fastigheten.

Hastighetsbegränsningen på industrispåret är låg, sannolikt lägre än 50 km/h.

## Framtid

Enligt avsnitt 2.1 har Trafikverket genomfört en åtgärdsvalsstudie för Järnvägen i Örebro. I det åtgärdsalternativ som föreslås utifrån åtgärdsvalsstudien ingår en anpassning av spårområdet vid södra station för att skapa en god tillgänglighet till det aktuella industrispåret. Detta innebär att det finns fler anslutningar mellan stickspåren utmed södra station och industrispåret. Det innebär däremot ingen utökning av spårområdet utmed den aktuella fastigheten.

### 2.2.2 Trafik

Enligt ovan trafikeras industrispåret i nuläget endast av transporter till E.ON:s kraftvärmeverk, Åbyverket. Enligt uppgifter från Trafikverkets åtgärdsvalsstudie erhåller Åbyverket del av sitt bränsle via tågtransporter /1/. Behovet är koncentrerat till vintern då 2 tåg á 480 meter körs per vecka. Detta motsvarar i genomsnitt ca 50-55 tåg per år (räknat utifrån förutsättningen att transporter sker under hela vinterhalvåret).

I åtgärdsvalsstudien redovisas dessutom att E.ON ser en potential av upp till fördubblat antal transporter på järnvägen de närmaste åren, men att en ökning med 25 % förmodligen är mer realistisk. Detta skulle motsvara i genomsnitt ca 65 tåg per år.

### 2.2.3 Transporter av farligt gods

Det förekommer inga transporter av farligt gods på industrispåret.

## 2.3 Höghastighetsbanan (framtid)

### 2.3.1 Allmänt

Ett sträckningsalternativ för 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. Spårområdet utökas då med ett spår på vardera sidan om befintliga spår fram till strax söder om Södra station där höghastighetsbanan viker av västerut.

I figur A.1 redovisas föreslagen spårdragning i höjd med det aktuella planområdet. Förslaget innebär att spåren kommer att gå i den södra delen av fastigheten.

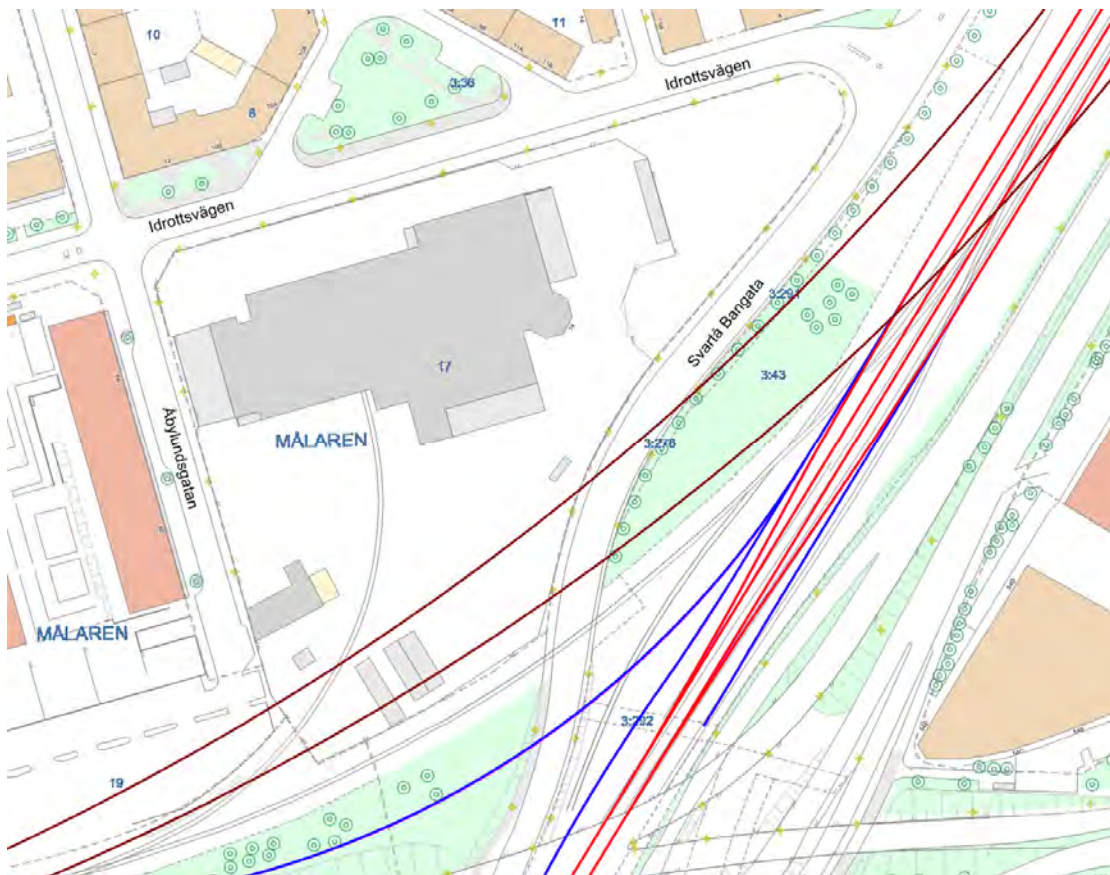
Det östra spåret kommer att passera över de befintliga huvudspåren. Väster om planområdet kommer båda spåren att passera över industrispåret mot Örnsro. De nya spåren kommer därmed att gå på bro utmed den aktuella sträckan.

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 /5/.

Ett grundläggande krav för höghastighetsbanorna är att de ska byggas för en maxhastighet på 320 km/h. Hastigheten på den aktuella sträckan där höghastighetsbanan passerar genom tätort kommer sannolikt vara lägre. I de fortsatta utredningen antas att hastigheten på sträckan inte överstiger 150 km/h.

---

/5/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10



Figur A.1. Förslag till utformning av spårområde i höjd med Södra station vid utbyggnad av höghastighetsbana (Källa Norsk Bane, arbetsmaterial daterat 2015-09-14). Det studerade området är inringat.

### 2.3.2 Trafik

Den nya höghastighetsbanan kommer huvudsakligen att trafikeras av persontåg.

Planeringen av höghastighetsbanan i ett mycket tidigt skede och den exakta utformningen är inte fastställd. Det har inte hittats några detaljerade trafikprognoser för den aktuella sträckningen. I de prognoser som upprättats av Trafikverket redovisar man att höghastighetstågen mellan Göteborg-Stockholm antas kunna gå som mest 3 gånger per timme (högt trafik) med totalt 58 tåg per dygn (29 dubbelturer) /6/.

### 2.3.3 Transporter av farligt gods

Enligt ovan kommer höghastighetsbanan att trafikeras av persontåg. Det förutsätts att det inte kommer att förekomma några transporter av farligt gods på den nya höghastighetsbanan.

---

/6/ Trafikering med nya höghastighetsbanor Stockholm-Göteborg/Malmö, Trafikverket, daterad 2015-05-29 (version 0.5)

### 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 2.1-2.3 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.

Enligt avsnitt 1 kommer skadescenariot urspårning inte att studeras specifikt för Godsstråket genom Bergslagen eftersom avståndet mellan spår och planområde ger ett betryggande skydd. Frekvensen för urspårning med godståg beräknas dock och används som underlag för de frekvensberäkningarna för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

Tabell A.2. Beräknad frekvens för urspårning med godståg på aktuell sträcka av Godsstråket genom Bergslagen (1 km).

Scenario	Olycksfrekvens (per år)	
	Nuläge	Framtid
Godsstråket genom Bergslagen – Urspårning godståg	4,9E-03	6,7E-03
Industrispår mot Örnros – Urspårning godståg	1,3E-05	1,6E-05
Höghastighetsbanan – Urspårning persontåg	0,0E+00	4,4E-04

/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

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 /7/.

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

$$d_{\text{industrispå}} = 50^2/80 = 31,3 \text{ m}$$

$$d_{\text{höghastighetsbana}} = 150^2/80 = 281 \text{ m}$$

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

$$= \left(\frac{b}{b} \frac{a}{b}\right) \times 0,5 \times \frac{c}{d} \quad \text{där:}$$

$d$  = 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  $V^{0,55}$

$$b_{\text{industrispår}} = 50^{0,55} = 8,6 \text{ m}$$

$$b_{\text{höghastighetsbana}} = 150^{0,55} = 15,7 \text{ m}$$

$a$  = 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:

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

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

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

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 /7/.

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

**Industrispår mot Örnrosro:** 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 planområdet blir mycket låg.

Frekvensen för urspårning på industrispåret i anslutning till bebyggelse som kan påverka planområdet beräknas nedan. Beräkningarna utgår från urspårningsfrekvenser enligt tabell A.2.

$$F_{1, \text{industrispår, Nuläge}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \times 31,3 \times 10^{-3} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ per år}$$

$$F_{1, \text{industrispår, Framtid}} = 1,6 \cdot 10^{-5} \times 31,3 \times 10^{-3} = 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ per år}$$

I tabell A.3 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på urspårning på den aktuella järnvägssträckan.

*Tabell A.3. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårning med godståg på industrispår mot Örnrosro.*

a (meter)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)		Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	
			Nuläge	Framtid	Nuläge	Framtid
0	50,00%	100,0%	2,0E-07	2,5E-07	2,0E-07	2,5E-07
1	34,51%	0,0%	1,4E-07	1,8E-07	0,0E+00	0,0E+00
2	22,60%	0,0%	9,2E-08	1,1E-07	0,0E+00	0,0E+00
3	13,80%	0,0%	5,6E-08	7,0E-08	0,0E+00	0,0E+00
4	7,65%	0,0%	3,1E-08	3,9E-08	0,0E+00	0,0E+00
5	3,67%	0,0%	1,5E-08	1,9E-08	0,0E+00	0,0E+00
6	1,38%	0,0%	5,6E-09	7,0E-09	0,0E+00	0,0E+00
7	0,32%	0,0%	1,3E-09	1,6E-09	0,0E+00	0,0E+00
8	0,02%	0,0%	6,9E-11	8,6E-11	0,0E+00	0,0E+00
9	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
10	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

**Höghastighetsbanan (framtid):** En framtida utbyggnad av höghastighetsbanan med två nya spår enligt föreslagen utformning, se figur A.1, där bedöms avståndet mellan spåren bli så stort att det endast är urspårning på det västra spåret som kan påverka risknivån inom planområdet norr om spåren. Avståndet mellan spåren innebär att en urspårning på det östra spåret har mycket begränsad påverkan på risknivån inom planområdet norr om spåren. En urspårning på det östra spåret påverkar huvudsakligen risknivån inom området mellan spåren samt ytor söder om spåren. I beräkningarna förutsätts en jämn fördelning av tågtrafiken i respektive riktning, d.v.s. 50 % östgående och 50 % västgående.

Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse som kan påverka planområdet beräknas nedan. Beräkningarna utgår från urspårningsfrekvenser enligt tabell A.2.

Urspårningsfrekvensen har dividerats med en faktor 2 utifrån ovanstående resonemang.

$$F_{1, \text{höghastighetsbana, nuläge}} = -$$

$$F_{1, \text{höghastighetsbana, framtid}} = 2,2 \cdot 10^{-4} \times 281 \times 10^{-3} = 6,1 \cdot 10^{-5} \text{ per år}$$

I tabell A.4 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på urspårning på den aktuella järnvägssträckan.

*Tabell A.4. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårning med persontåg på höghastighetsbanan (framtid).*

a (meter)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2) Framtid	Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3) Framtid
0	50,0%	100,0%	3,1E-05	3,1E-05
1	41,1%	98,3%	2,5E-05	2,5E-05
2	33,3%	96,4%	2,0E-05	2,0E-05
3	26,5%	94,2%	1,6E-05	1,5E-05
4	20,7%	91,6%	1,3E-05	1,2E-05
5	15,9%	88,7%	9,8E-06	8,7E-06
6	11,8%	85,3%	7,3E-06	6,2E-06
7	8,6%	81,2%	5,3E-06	4,3E-06
8	5,9%	76,3%	3,7E-06	2,8E-06
9	3,9%	70,4%	2,4E-06	1,7E-06
10	2,4%	63,1%	1,5E-06	9,4E-07
11	1,4%	54,0%	8,4E-07	4,5E-07
12	0,7%	43,4%	4,1E-07	1,8E-07
13	0,3%	33,9%	1,6E-07	5,5E-08
14	0,07%	0,0%	4,1E-08	0,0E+00
15	0,01%	0,0%	3,1E-09	0,0E+00
16	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
17	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
18	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
19	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
20	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00

Enligt tidigare föreslås att den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska gå på bro utmed den aktuella sträckan. Eftersom spåren går på bro bedöms ekvationerna samt tabell A.4 endast gälla inom det avstånd från spårmittpunkt där marken är plan, d.v.s. inom själva bron. I de fall de urspårade vagnarna hamnar utanför detta avstånd är ekvationerna inte applicerbara längre. Utformningen av brokonstruktionen är ej fastställd, men det förutsätts att respektive bro utförs så att avståndet från spårmittpunkt till bron ytterkant blir ca 2 meter. Enligt tabell A.4 är sannolikheten att en urspårad vagn hamnar  $\geq 2$  m från spårmittpunkt 33,3 %.

Bron ska dock utföras med urspårningsskydd enligt gällande krav /9/. 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. Det finns ingen statistik över den reducerande effekten av urspårningsskydd. Med hänsyn till hastigheten på aktuella spår uppskattas det grovt att urspårningsskydd reducerar sannolikheten för att en urspårad vagn hamnar  $\geq 2$  meter från spårmittpunkt med minst 75 % jämfört med ett spår utan urspårningsskydd.

Sannolikheten för att en urspårad vagn stannar kvar på bron beräknas då till:

$$P_{\text{tåg} < 2\text{ m från spårmittpunkt}} = 100\% - 33,3\% \times 25\% = 92\%$$

Frekvensen för en urspårning där en urspårad vagn lämnar bron beräknas till:

$$F_{\text{tåg} < 2\text{ m från spårmittpunkt}} = 6,1 \cdot 10^{-5} \times (100 - 92)\% = 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ per år}$$

## 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 %.

---

/9/ Föreskrift (BVF 586.65) rörande Banverkets spårteknik – Skyddsräler, regler för anordnande och konstruktiv utformning, Banverket, 1995-10-10

/10/ Statistik över olyckor på statens spår anläggningar år 2006, Banverket 2006



I tabell A.5 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan. Enligt avsnitt 1 studeras skadescenariot endast avseende brand i godståg på industrispår mot Örnros.

Tabell A.5. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på industrispår mot Örnros.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Nuläge	Framtid
Brand i godståg	5,9E-06	7,3E-06
Liten tågbrand (inkl. rökutveckling)	5,2E-06	6,5E-06
Stor tågbrand (spridning till gods)	5,9E-07	7,3E-07
Mycket stor tågbrand	5,9E-08	7,3E-08

### 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 2.1.3 utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 4,9 % av den totala godstrafiken. Detta antas gälla både för Nuläge samt för Framtid.

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

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

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 gods klasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass. Enligt avsnitt 1 studeras skadescenariot endast avseende olycka med farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen.

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>

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

### 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:

- Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport /12/. 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. Utifrån detta uppskattas sannolikheten för stora påkänningar till ca 2-3 %.
- 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).

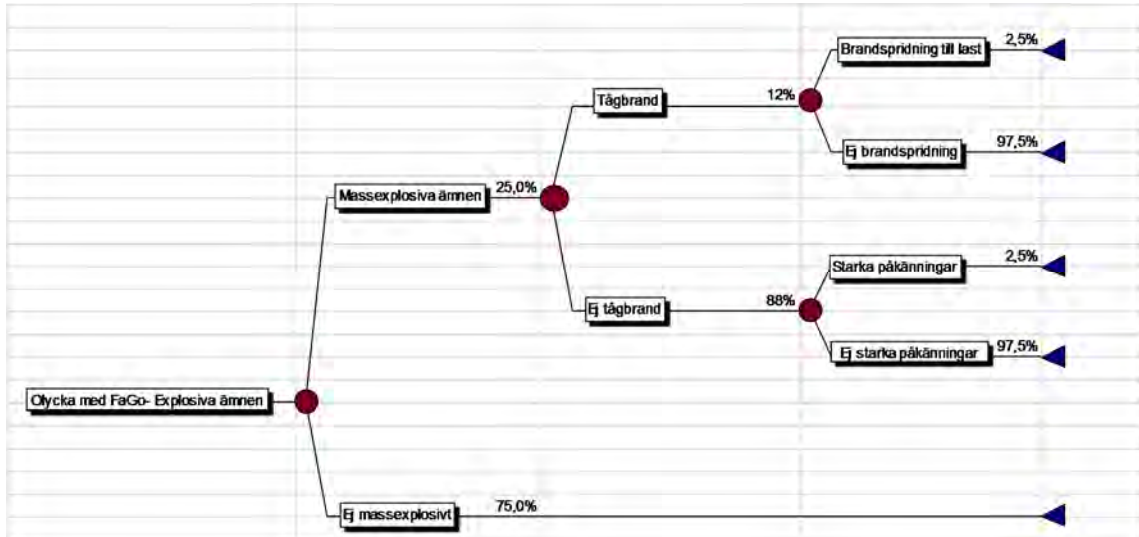
Utifrån underlaget som redovisas i avsnitt 2.1 och 3.2 uppskattas frekvensen för en tågbrand i en godsvagn med massexplosiva ämnen:

Scenario	Frekvens (per år)	
	Nuläge	Framtid med gods
Tågbrand i godståg	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)	$1,1E-07 \times 25\% = 2,7E-08$	$1,5E-07 \times 25\% = 3,7E-08$

/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

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexlosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.7. Den totala frekvensen för olycka med explosiva ämnen utgörs av frekvensen för järnvägsolycka med explosiva ämnen 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.2. 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 massexpllosiva ämnen (25% av klass 1)</b>	<b>2,2E-07</b>	<b>3,1E-07</b>
<b>Explosion med massexpllosiva 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 /4/ 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 /13/. 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.
- *Gasmolnexplosion*: 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 fördelningsstatistik /15/:

---

/14/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007

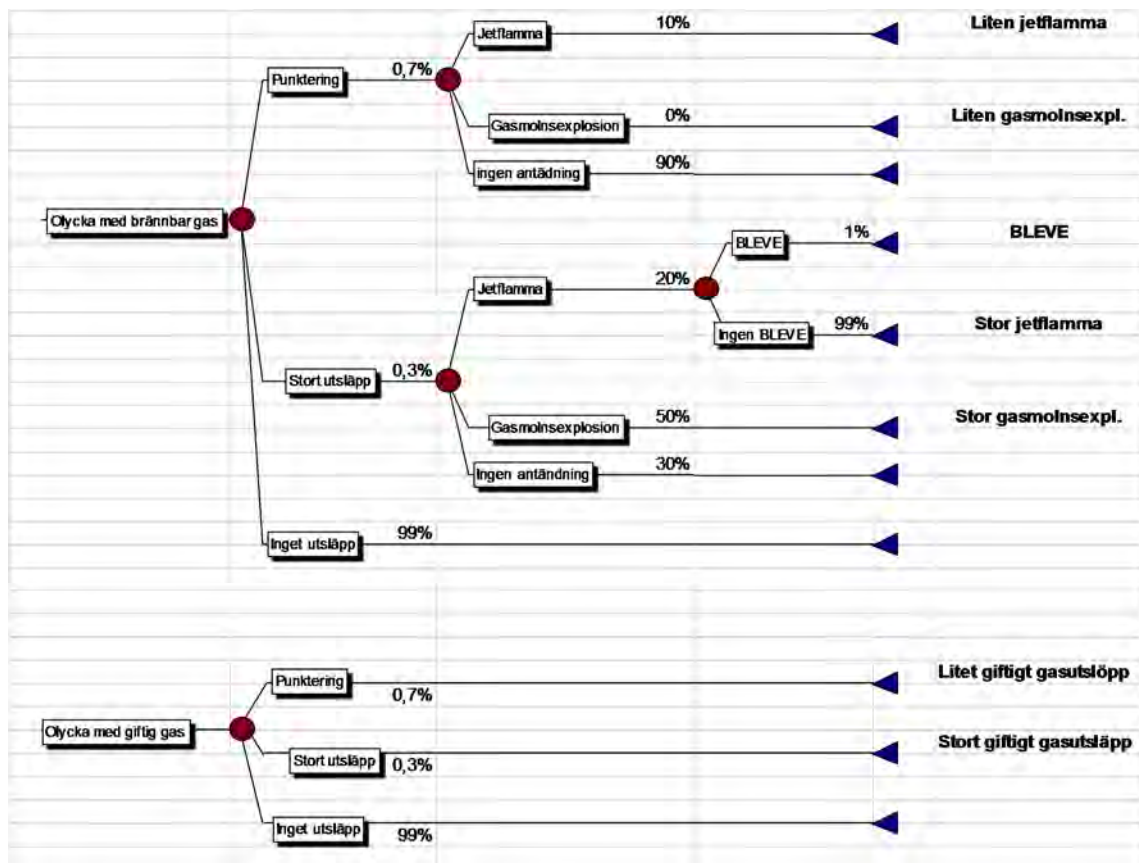
/15/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

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



Figur A.3. Händelsetråd 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 gasmolnexplosion	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	9,0E-08	1,2E-07
Stor gasmolnexplosion	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

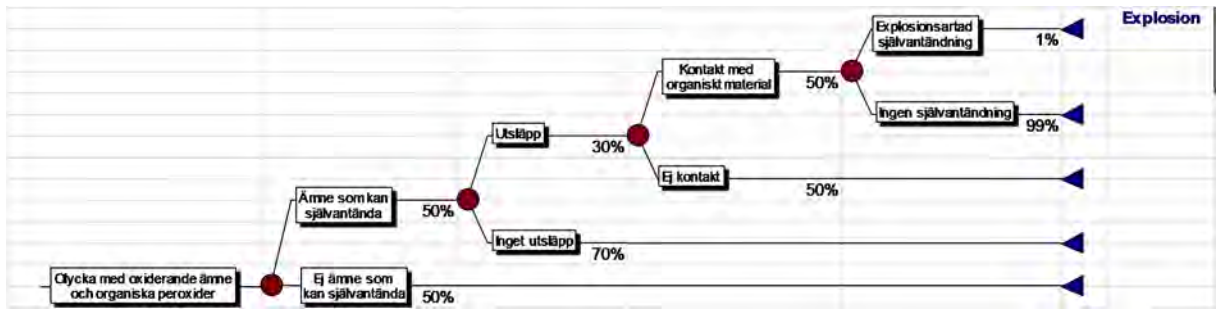
### 3.3.3 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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 /12/ 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. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.9. 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
Explosionsartad brandförlopp vid självantändning	9,2E-08	1,3E-07

## Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn		
Kv Målaren, Örebro		
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum
Kungsleden AB	110077	2017-03-27
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll
Erik Hall Midholm	EMM 2017-03-27	RKL 2017-03-27

---

### 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 den närliggande järnvägen:

- Urspåring på industrispår mot Örnsro
- Urspåring på höghastighetsbanan (framtid)
- Brand i godståg på industrispår mot Örnsro
- Olycka vid transport av farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen
  - Massexplosiva ämnen (klass 1.1)
  - Brännbara gaser (klass 2.1)
  - Giftiga gaser (klass 2.3)
  - Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

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 Örnsro och dess omgivning, Örebro. Den aktuella fastigheten är inringad med rött. Den skuggade cirkeln markerar omfattning av området som studeras i konsekvensberäkningarna och motsvarar maximalt skadeområde för aktuella skadescenarier.

## 2.1 Kv Målaren

Den studerade fastigheten Målaren är ca 25 000 m<sup>2</sup>.

Området avgränsas av gatorna Svarta Bangata, Idrottsvägen och Åbylundsgatan. Öster om Svarta Bangata går järnvägen (Godsstråket genom Bergslagen). Avståndet mellan järnvägen och det aktuella området är som minst ca 50 meter.

Från järnvägen går ett industrispår till Örnsro industriområde, se figur 2.1. Det studerade området angränsar i söder direkt mot industrispåret utmed ca 100 meter. Från industrispåret går dessutom ett stickspår in i den aktuella fastigheten. Stickspåret är dock inte i bruk.

Området ligger i nivå med omgivningen.

### 2.1.1 Nollalternativ

I dagsläget domineras fastigheten av en stor tryckeribyggnad (lätt industri) som ligger i den nordvästra delen av fastigheten, se figur B.1. Tryckeribyggnaden har en total byggnadsyta på ca 5 500 m<sup>2</sup>. Minsta avstånd mellan tryckeribyggnaden och industrispåret mot Örnsro är ca 60-65 meter. Avståndet till närmaste genomgående spår på Godsstråket genom Bergslagen är ca 85 meter.

De södra delarna av området är huvudsakligen obebyggda och utgörs av markparkering och körytor. I den sydvästra delen ligger en mindre befintlig industribyggnad i två våningsplan. Byggnaden har en byggnadsyta på drygt 350 m<sup>2</sup>. Avståndet mellan byggnaden och industrispåret är ca 50 m. Avståndet till närmaste genomgående spår på Godsstråket genom Bergslagen är ca 110 meter.

Tryckeriverksamheten lades ner 2015. Nollalternativet bör dock beräknas utifrån potentiella förutsättningar inom området med befintlig bebyggelse och markanvändning.

Befintlig bebyggelse och markanvändning innebär en låg personbelastning. Det antas grovt att maximalt 50 personer vistas inom området samtidigt. Eftersom obebyggda ytor som vetter mot järnvägen inte bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse så antas endast enstaka personer vistas där vid olyckstillfället. Med hänsyn till detta antas 10 % av personerna vistas utomhus.

Nattetid antas området i stort sett vara tomt.

## Framtid

Enligt tidigare ska ett sträckningsalternativ för den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm gå igenom Örebro. I avsnitt 3.4 i huvudrapporten redovisas förslagen spårdragning i höjd med det aktuella planområdet. Förslaget innebär att spåren kommer att gå i den södra delen av fastigheten.

De nya spåren kommer därmed att gå på bro utmed den aktuella sträckan.

Avståndet mellan den stora tryckeribygnaden och närmaste nya spår blir enligt förslaget ca 27 meter. Avståndet mellan den mindre industribyggnaden och närmaste nya spår blir ca 20 meter.

### 2.1.2 Utförandealternativ

Syftet med den nya detaljplanen är att ersätta befintlig industribbyggelse med ny flerbostadsbebyggelse. I figur B.2 redovisas ett skissförslag på bebyggelsestruktur.

Flerbostadshus föreslås utmed Idrottsvägen och Åbylundsgatan. Bostadshus föreslås dessutom följa Svartå Bangata i områdets nordöstra del och fortsätter sedan i samma linje västerut medan gatan viker av söderut. Detta medför ett avstånd på ca 65 meter mellan bostäder och det befintliga industrispåret. Avståndet till järnvägens huvudspår blir minst ca 65 meter.

Bebyggelsehöjden kommer att variera från 5-10 våningsplan. Planförslaget innehåller sammanlagt drygt 400 bostadslägenheter i varierande storlek. I markplan föreslås lokaler och verksamheter.

Den föreslagna bebyggelsestrukturen innebär ca 25 000 m<sup>2</sup> bostadsarea (BOA) och ca 2 700 m<sup>2</sup> lokalarea (LOA). Den totala bruttoarean (BTA) blir ca 33 570 m<sup>2</sup>.



Figur B.2. Skissförslag ny bebyggelse kv. Målaren. Befintlig bebyggelse är skrafferad med grått och rosa. (White Arkitekter AB, daterad 2016-06-10).

Enligt gällande BBR /1/ ska dimensioneringen av utrymningsvägar för lokaler och verksamheter utgå från en genomsnittlig persontäthet på 0,5 personer per m<sup>2</sup> nettoarea. De värden som redovisas i BBR avser dock dimensioneringen av utrymnings säkerheten, vilket innebär maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms endast uppstå vid relativt begränsade tillfällen. Det är därför mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom aktuell bebyggelse. Inom lokaler och verksamheter uppskattas en genomsnittlig persontäthet på ca 0,25 personer per m<sup>2</sup> lokalarea (LOA). Detta motsvarar ca 650 personer inom lokaler och verksamheter. Värdet gäller dagtid.

För bostäder finns inget värde på dimensionerande persontäthet. Det antas dock grovt 1 person per 20-30 m<sup>2</sup> BOA. Inom flerbostadshus uppskattas en maximal persontäthet på ca 0,033-0,05 personer per m<sup>2</sup> bostadsarea (BOA). Detta motsvarar ca 1 000 personer inom bostäder. Värdet gäller nattetid. Dagtid uppskattas persontätheten inom bostadshusen vara lägre.

Personantalet inom planområdet förväntas variera relativt mycket under dygnet. Lokaler och verksamheter innebär enligt ovan huvudsakligen beläggning dagtid. Bostadsbebyggelse innebär beläggning dygnet runt, men maximala personantal uppnås huvudsakligen nattetid. Utifrån beskrivningen ovan antas det grovt att det genomsnittliga personantalet över dygnet är ca 1 000 personer.

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

Ytorna mellan bostadshusen och industrispåret behålls som markparkering. Parkeringsytorna utvidgas västerut fram till fastighetsgräns mot Åbylundsgatan. Den planerade utformningen av obebyggda ytor närmast järnvägen innebär inte någon stadigvarande vistelse. Med hänsyn till detta antas 10 % av personerna vistas utomhus.

Framtid

Enligt tidigare ska ett sträckningsalternativ för den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm gå igenom Örebro. I avsnitt 3.4 i huvudrapporten redovisas förslagen spårdragning i höjd med det aktuella planområdet. Förslaget innebär att spåren kommer att gå i den södra delen av fastigheten. Observera att det är den nedre streckade linjen i figur B.2 som markerar sträckningen av det västra spåret, d.v.s. det nya spåret som hamnar närmast planerad bebyggelse.

De nya spåren kommer därmed att gå på bro utmed den aktuella sträckan.

Avståndet mellan nya bostadshus och närmaste nya spår blir enligt förslaget ca 30 meter.

## 2.2 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 2 avgränsas konsekvensberäkningarna till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet. Med utgångspunkt från detta så är det endast olycka vid transport av farligt gods på Godsstråket genom Bergslagen som kan innebära konsekvenser både inom planområdet och kringliggande bebyggelse. Skadeområdena för de studerade olycksscenarierna på Industrispåret mot Örnros respektive på höghastighetsbanan (framtid) är så begränsade att de endast påverkar ytor inom planområdet. Beskrivningen nedan kommer därför att utgå från Godsstråket genom Bergslagen.

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. Nordväst om Idrottsvägen består bebyggelsen till stor del av flerbostadshus. Väster om Åbylundsgatan ligger kontorsbyggnader där bl.a. Örebro kommun huserar. Väster om kommunhuset ligger först ett bostadsområde med villabebyggelse och därefter fortsätter industriområdet. I höjd med området på motstående sida öster om järnvägen och Östra bangatan ligger Virginska gymnasiet.

Mätt från Godsstråket genom Bergslagen 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).

Väster om järnvägen uppskattas ca 25-50 % av det aktuella området vara bebyggt. Mycket grovt uppskattas bebyggelsen och verksamheten inom detta område innebära ca 3 000 personer vid full belastning.

Öster om järnvägen uppskattas ca 25-50 % av det aktuella området vara bebyggt. Mycket grovt uppskattas bebyggelsen och verksamheten inom detta område innebära upp till ca 2 000 personer vid en genomsnittlig full belastning.

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

## 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.

Persontätheten inom aktuell bebyggelse kan variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter inom området. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

Tabell B.1. Uppskattade personantal utmed järnväg som funktion av avståndet.

Område	Uppskattat personantal	Avstånd till riskkälla (meter)		
		Godsstråket	Industrispår	Höghastighetsbanan
Planområde, <u>nollalternativet</u>	Inomhus: 45 Utomhus: 5	Inomhus: 85 Utomhus: 50	Inomhus: 50 Utomhus: 7	Inomhus: 20 Utomhus: 0
Planområde, <u>utförandealternativ</u>	Inomhus: 900 Utomhus: 100*	Inomhus: 65 Utomhus: 50	Inomhus: 65 Utomhus: 7	Inomhus: 30 Utomhus: 0
Kringliggande områden				
- västra sidan	Inomhus: 2700 Utomhus: 300	Inomhus: 50 Utomhus: 50	**	**
- östra sidan	Inomhus: 1800 Utomhus: 200	Inomhus: 65 Utomhus: 50	**	**

\* Observera att avstånden till ytor utomhus avser markparkering som ej innebär stadigvarande vistelse. Inom obebyggda ytor närmast riskkällorna kommer endast enstaka personer vistas. Majoriteten vistas på innergårdar där ytor för stadigvarande vistelse planeras.

\*\* Olycksscenarier på Industrispåret mot Örnsro respektive på höghastighetsbanan påverkar inte kringliggande områden och därför är inte avstånden till dessa riskkällor av intresse.

## 3. Urspåring

### 3.1 Metodik

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 urspåringstillfället.

Skadeområdet vid en urspåring understiger i princip alltid 25-30 meter vinkelrätt ut från spåret. Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågsvagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är extremt låg, se bilaga A.

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. Industrispåret går i nivå med omgivningen utmed den aktuella sträckan. Med hänsyn till antagna hastighetsbegränsningar på industrispår (max 50 km/h) beräknas det maximala vinkelräta avståndet från spåren som vagnen kan hamna ca 8-9 meter.

Motsvarande avstånd för urspårning på höghastighetsbanan (150 km/h) är ca 15-16 meter, utmed sträckor där denna går i nivå med omgivningen, se bilaga A. Enligt tidigare föreslås dock att den planerade höghastighetsbanan mellan Göteborg-Stockholm ska gå på bro utmed den aktuella sträckan. Utformningen kan innebära större skadeområden än där spåren går i nivå med omgivningen om en urspårad vagn lämnar bron. Samtidigt ska bron utföras med urspårningsskydd enligt gällande krav /2/, vilket reducerar sannolikheten för att en urspårad vagn lämnar 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 höghastighetsbanan ska gå på bro och därmed utförs med urspårningsskydd så bedöms detta även gälla för dessa spår.

## Industrispår mot Örnstro

- Urspårning godståg (hastighetsbegränsning 50 km/h)
  - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 5 meter
  - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 5-9 meter
  - Worst case scenario: skadeavstånd 30 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)

## Höghastighetsbanan

- Urspårning persontåg (hastighetsbegränsning 150 km/h)
  - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 8 meter
  - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 8-16 meter
  - Worst case scenario: skadeavstånd 30 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)

---

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

### 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 av att 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.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeområde (meter)	
		bredd (utmed riskkälla)	längd (vinkelrätt riskkälla)
<b>Urspårning på Industrispår mot Örnros</b>			
<b>Urspårning godståg, dim. scenario min</b>			
inomhus	50%	31	4
utomhus	100%	31	4
<b>Urspårning godståg, dim. scenario max</b>			
inomhus	50%	31	9
utomhus	100%	31	9
<b>Urspårning godståg, worst case scenario</b>			
inomhus	50%	31	30
utomhus	100%	31	30
<b>Urspårning på Höghastighetsbanan</b>			
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario min</b>			
inomhus	50%	281	8
utomhus	100%	281	8
<b>Urspårning persontåg, dim.scenario max</b>			
inomhus	50%	281	16
utomhus	100%	281	16
<b>Urspårning persontåg, worst case scenario</b>			
inomhus	50%	281	30
utomhus	100%	281	30

I tabell B.3 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området. Enligt avsnitt 1 studeras skadescenariot avseende urspårning på industrispår respektive höghastighetsbanan. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet. Planområdets storlek innebär att inget av skadescenarierna medför några konsekvenser inom kringliggande områden.

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.

I beräkningarna så beaktas att avståndet mellan industrispår och bebyggelse samt ytor för stadigvarande vistelse varierar utmed sträckan. För utförandealternativet överstiger avstånden mellan industrispår respektive höghastighetsbanan och bebyggelse skadeavstånden enligt tabell B.2. Antal omkomna inomhus blir därmed 0. För nollalternativ överstiger avstånden mellan industrispår respektive höghastighetsbanan och bebyggelse skadeavstånden med undantag för worst case scenario på höghastighetsbanan. För nollalternativet kan detta scenario därför leda till konsekvenser inomhus.

Avståndet mellan industrispår respektive höghastighetsbanan och obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse överstiger med god marginal skadeavstånden enligt tabell B.2. Obebyggda ytor närmast järnvägen utgör markparkering och det antas endast vistas enstaka personer där. Detta gäller både utförandealternativ och nollalternativ.

*Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid urspårning på industrispår respektive höghastighetsbanan. Skadescenarierna medför endast konsekvenser inom planområdet.*

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Urspårning på Industrispår mot Örnsro</b>			
Urspårning godståg, dim.scenario min	0	0	0
Urspårning godståg, dim.scenario max	0	0	0
Urspårning godståg, worst case scenario	0	0	0
<b>Urspårning på Höghastighetsbanan</b>			
Urspårning persontåg, dim.scenario min	0	0	0
Urspårning persontåg, dim.scenario max	0	1	1
Urspårning persontåg, worst case scenario	3	2	4
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Urspårning på Industrispår mot Örnsro</b>			
Urspårning godståg, dim.scenario min	0	0	0
Urspårning godståg, dim.scenario max	0	0	0
Urspårning godståg, worst case scenario	0	0	0
<b>Urspårning på Höghastighetsbanan</b>			
Urspårning persontåg, dim.scenario min	0	1	1
Urspårning persontåg, dim.scenario max	0	2	2
Urspårning persontåg, worst case scenario	0	3	3

## 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:

**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  $H_f = D$  /**Fel! Bokmärket är inte definierat.**/.

**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:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur B.3.

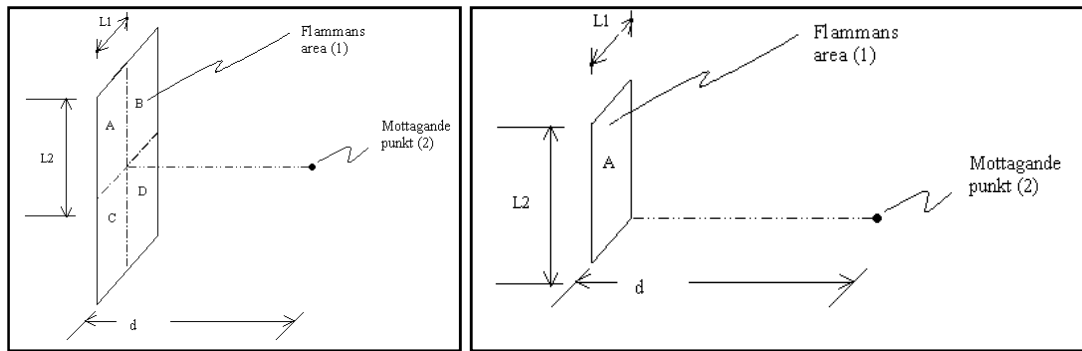
---

/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



Figur B.3. Synfaktor.

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

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

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

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

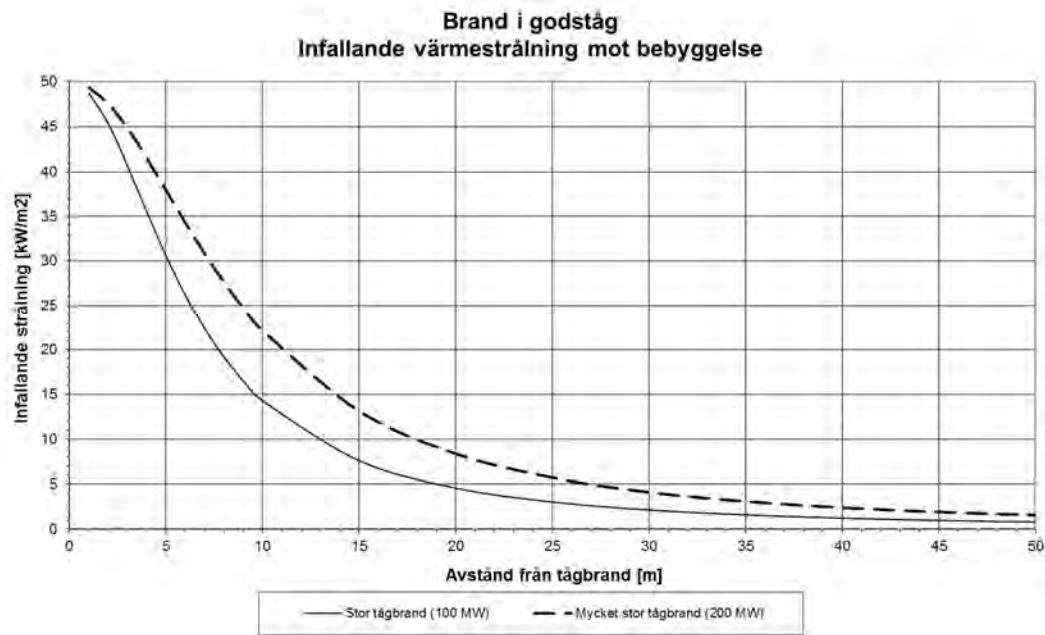
Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för de olika scenarierna (se tabell B.4).

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

Scenario	Brinnande yta $A_f$ ( $\text{m}^2$ )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flammhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ ( $\text{kW/m}^2$ )
Stor tågbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Mycket stor tågbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8

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. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större bränder. Soten och röken döljer själva flammen 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 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

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



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> ]
<b>Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud</b>	< 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

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

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

### 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. Enligt avsnitt 1 studeras skadescenariot endast avseende brand i godståg på industrispår mot Örnsro. Konsekvenserna har beräknats för utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet. Planområdets storlek innebär att inget av skadescenarierna medför några konsekvenser inom kringliggande områden.

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

I beräkningarna så beaktas att avståndet mellan industrispår och bebyggelse samt ytor för stadigvarande vistelse varierar utmed sträckan. Avstånden mellan industrispåret och bebyggelse överstiger med god marginal skadeavstånden enligt tabell B.6. Detta gäller både utförandealternativ och nollalternativ. Antal omkomna inomhus blir därmed 0. Avståndet mellan industrispåret och obebyggda ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse överstiger med god marginal skadeavstånden enligt tabell B.6. Obebyggda ytor närmast industrispåret utgör markparkering och det antas endast vistas enstaka personer där. Detta gäller både utförandealternativ och nollalternativ.

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

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
Stor tågbrand (100 MW)	0	0	0
Mycket stor tågbrand (200 MW)	0	0	0
<b>Utförandealternativ</b>			
Stor tågbrand (100 MW)	0	0	0
Mycket stor tågbrand (200 MW)	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 massexplosion**, 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·X kg i fri luft.

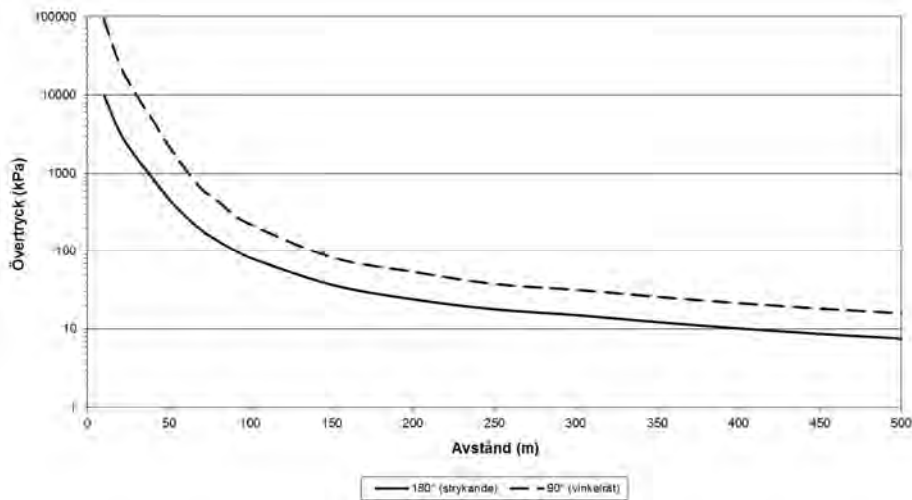
/10/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

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

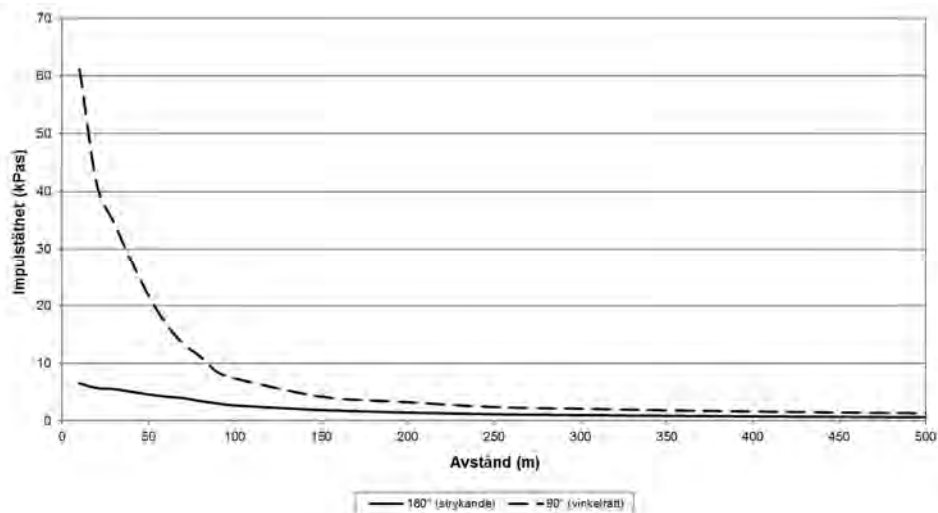
Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

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

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



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 karaktäristiska tryck ( $P_c$ ) och impuls ( $I_c$ ), se ekvationen i avsnitt 5.1.1. I tabell B.8 anges karaktäristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impulstäthet ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /10/.

Tabell B.8. Karaktäristiska 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 längsgående 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 framförliggande objekt och avskärningar 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.

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

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

Skadesscenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Massexplosion motsvarande 25 ton trotyl</b>	57	2	<b>59</b>
-väster	40	2	<b>42</b>
-öster	16	0	<b>17</b>
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Massexplosion motsvarande 25 ton trotyl</b>	155	7	<b>163</b>
-väster	139	7	<b>146</b>
-öster	16	0	<b>17</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
- *Gasmolnexplosion*: 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 gasmolnexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /11/:

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

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion 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 gasmolnexplosion 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.

## 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 %.

---

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

**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 utvändig 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	45
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 utförandealternativ respektive nollalternativ inom det aktuella planområdet samt för kringliggande områden.

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.

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

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
Liten jetflamma	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion	0	0	0
Stor jetflamma	0	0	0
Stor gasmolnsexplosion	2	3	5
BLEVE	34	38	73
-väster	24	27	50
-öster	11	12	22
<b>Utförandealternativ</b>			
Liten jetflamma	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion	0	0	0
Stor jetflamma	0	0	0
Stor gasmolnsexplosion	2	10	12
BLEVE	70	86	156
-väster	59	74	133
-öster	11	12	22

### 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 avskärmade 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	30
	5%	4	15	30	50	4	15	30	50
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.

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

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

Skadescenario	Antal omkomna		
	Inomhus	Utomhus	Totalt
<b>Nollalternativ</b>			
Litet utsläpp	0	0	0
Stort utsläpp	53	34	86
<b>Utförandealternativ</b>			
Litet utsläpp	0	0	0
Stort utsläpp	137	101	238

## 5.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

### 5.4.1 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 bensin, 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 /12/ 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 /12/, 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).

### 5.4.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 5.1.2.

### 5.4.3 Resultat

I tabell B.15 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5. Enligt avsnitt 5.1.2 förväntas framförliggande objekt och avskärmningar reducera det infallande trycket vilket i sin tur reducerar skadeavstånden. I tabellerna nedan redovisas efter beaktande av den avskärmande effekten för respektive scenario.

---

/12/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

Tabell B.15. 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.16 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.

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

Tabell B.16. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Antal omkomna		
	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>
<b>Nollalternativ</b>			
<b>Dimensionerande scenario</b> (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
-väster	4	0	4
-öster	1	0	1
<b>Worst case scenario</b> (motsvarar 25 000 kg massexplosion)	<b>57</b>	<b>2</b>	<b>59</b>
-väster	40	2	42
-öster	16	0	17
<b>Utförandealternativ</b>			
<b>Dimensionerande scenario</b> (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>19</b>
-väster	18	0	18
-öster	1	0	1
<b>Worst case scenario</b> (motsvarar 25 000 kg massexplosion)	<b>155</b>	<b>7</b>	<b>163</b>
-väster	139	7	146
-öster	16	0	17

**Bilaga C - Riskberäkningar**

<b>Uppdragsnamn</b> Kv Målaren, Örebro		
<b>Uppdragsgivare</b> Kungsleden AB	<b>Uppdragsnummer</b> 110077	<b>Datum</b> 2017-03-27
<b>Handläggare</b> Erik Hall Midholm	<b>Egenkontroll</b> EMM 2017-03-27	<b>Internkontroll</b> RKL 2017-03-27

---

## 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 riskmåten individrisk respektive samhällsrisk.

Riskanalysen studerar två olika trafikscenarier: Nuläge respektive Framtid. Ursparning på höghastighetsbanan beaktas endast för trafikscenario Framtid.

## 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 omkomma 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 skadeområdena 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 olycksscenarioer 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/* samt *Värdering av risk /2/*, se avsnitt 5.1 i huvudrapporten.

Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

## 2.3 Resultat

Individrisken beräknas först separat för respektive riskkälla.

### 2.3.1 Godstråket genom Bergslagen

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

Individrisken redovisas för trafikscenarierna *Nuläge*, respektive *Framtid*.

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste befintliga spårmitt (genomgående spår). Individrisken beräknas fr.o.m. det aktuella planområdets närmaste gräns mot riskkällan och vidare in i området, d.v.s. från ca 50 meter (se markering i figur C.1).

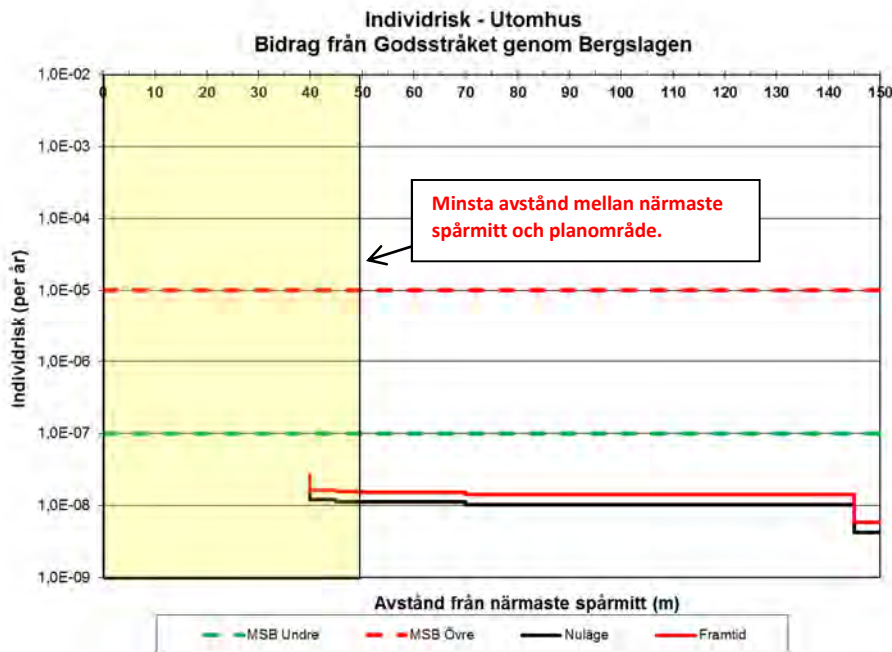
Riskprofilerna som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framföriggande bebyggelse.

---

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

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





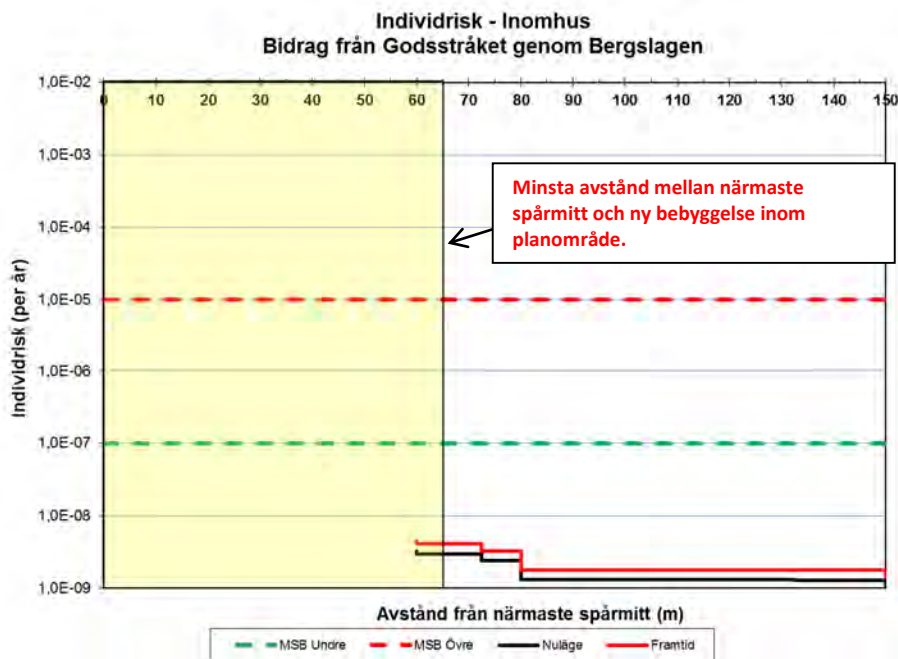
Figur C.1. Individrisk för oskyddad person utomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmitt).  
Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.  
 (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk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

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste befintliga spårmitt (genomgående spår). Individrisken beräknas fr.o.m. det aktuella planområdets närmaste planerad bebyggelse och vidare in i området, d.v.s. från ca 65 meter (se markering i figur C.2).

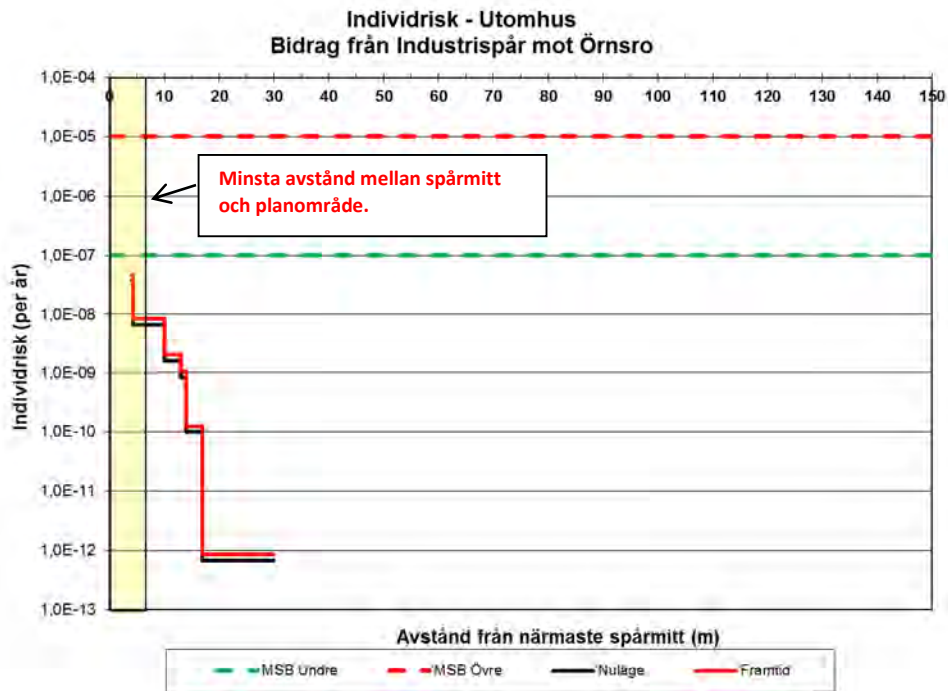


Figur C.2. Individriskprofiler för person inomhus som funktion av avståndet från Godsstråket genom Bergslagen (mätt från närmaste befintliga genomgående spårmittpunkt).  
Med hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk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

### 2.3.2 Industrispåret mot Örnäs

I figur C.3 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till **industrispåret mot Örnäs**. Riskprofilen som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse.

Avstånden i figuren utgår från spårmittpunkt. Individrisken har beräknats fr.o.m. det aktuella planområdets närmaste gräns mot riskkällan, d.v.s. ca 7 meter (se markering i figur C.3).



Figur C.3. Individrisk för oskyddad person utomhus som funktion av avståndet från Industrispåret mot Örsro (mätt från spårmit).

Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmade barriärer inom planområdet.

Enligt bilaga B är avståndet mellan planerad ny bebyggelse och det industrispåret ca 65 meter. Avståndet överstiger skadeavståndet för samtliga potentiella olycksrisker förknippade med industrispåret. Planerad bebyggelse påverkar därmed inte risknivån för aktuella olycksrisker. Därför redovisas inte individrisken för det studerade planområdet där hänsyn tas till planerad bebyggelse.

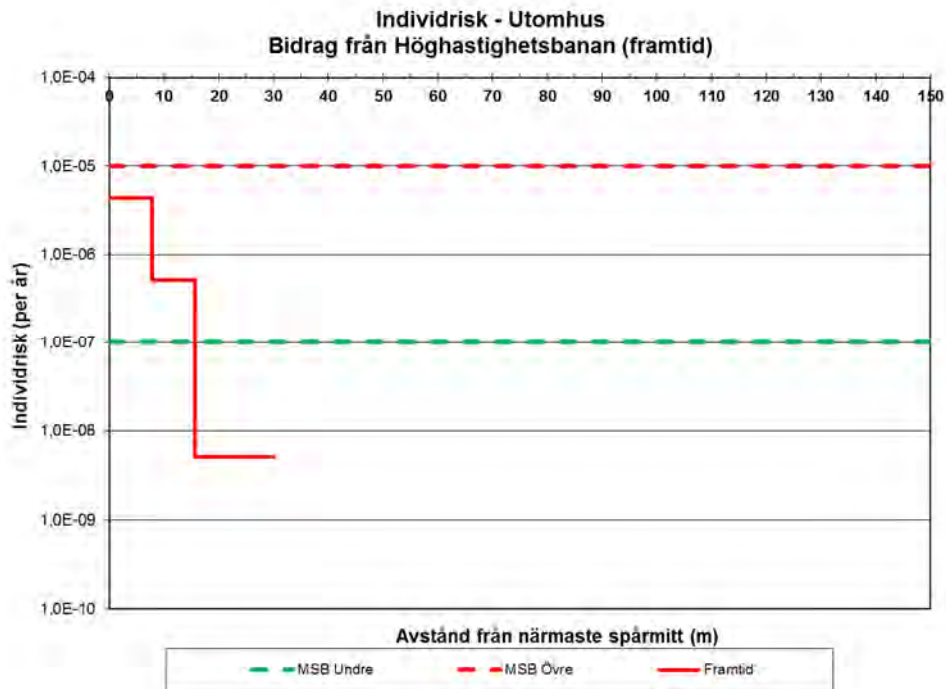
### 2.3.3 Höghastighetsbanan

I figur C.4 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till den planerade höghastighetsbanan.

Individrisken redovisas endast för trafikscenario *Framtid*.

Avståndet i diagrammen utgår från järnvägens närmaste nya spårmit.

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



Figur C.4. Individrisk för oskyddad person utomhus som funktion av avståndet från Högastighetsbanan.

Utän hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.

Enligt bilaga B är avståndet mellan planerad ny bebyggelse och det närmaste nya spåret för Högastighetsbanan ca 30 meter. Avståndet överstiger skadeavståndet för samtliga potentiella olycksrisker förknippade med höghastighetsbanan. Planerad bebyggelse påverkar därmed inte risknivån för aktuella olycksrisker. Därför redovisas inte individrisken för det studerade planområdet där hänsyn tas till planerad bebyggelse.

#### 2.3.4 Sammanvägning av individrisk

Eftersom det aktuella planområdet angränsar mot både Godsstråket genom Bergslagen, Industrispåret mot Örsro samt den framtida Högastighetsbanan så utsätts området för riskbidrag från samtliga riskkällorna. För att illustrera den sammanvägda individrisken från flera riskkällor så redovisas individrisken som riskkonturer i förhållande till respektive riskkälla.

Där riskkonturen från exempelvis alla tre riskkällor skär så blir den totala individrisken

$$F_{\text{Godsstråket}} + F_{\text{Industrispår}} + F_{\text{Högastighetsbana}}$$

Riskkonturerna redovisas i huvudrapporten.

### **3. Beräkning av Samhällsrisk**

#### **3.1 Metodik**

Samhällsrisken 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 Godsstråket genom Bergslagen, Industrispåret mot Örnsro samt den framtida Höghastighetsbanan. 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 samhällsrisken för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på respektive järnvägssträcka som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att riskenivån 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 dock endast genomförts för skadeområdena mot det aktuella planområdet. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att riskenivån för aktuellt område inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser.

#### **3.2 Bedömningskriterier**

Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *RIKTSAM /1/* samt *Värdering av risk /2/*, se avsnitt 5.1 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

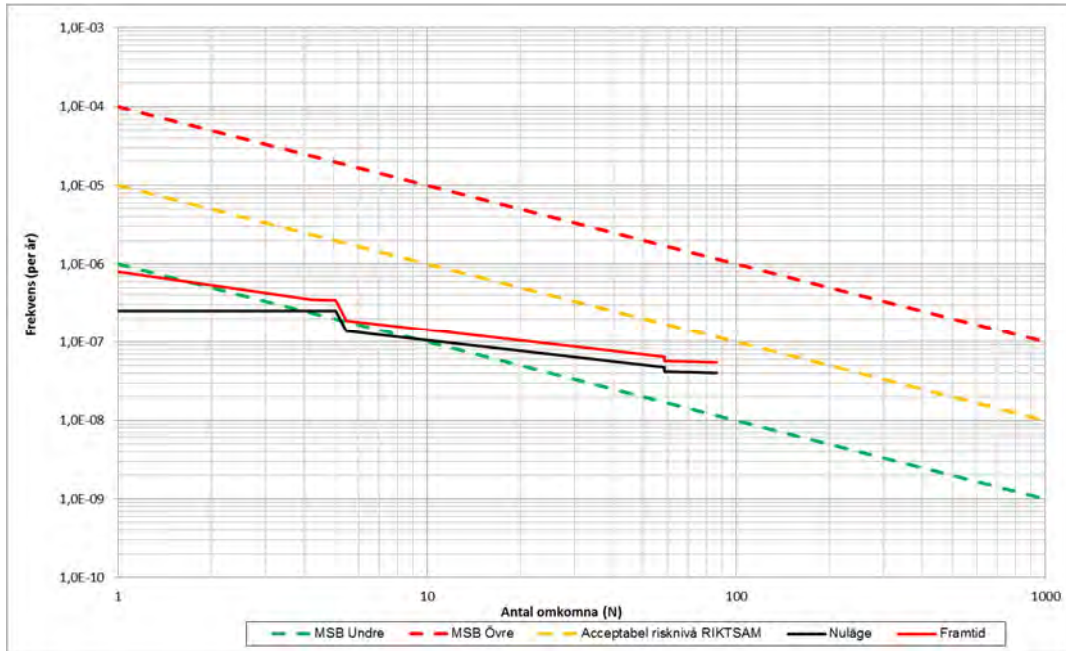
#### **3.3 Resultat**

##### **3.3.1 Samhällsrisk utan åtgärder**

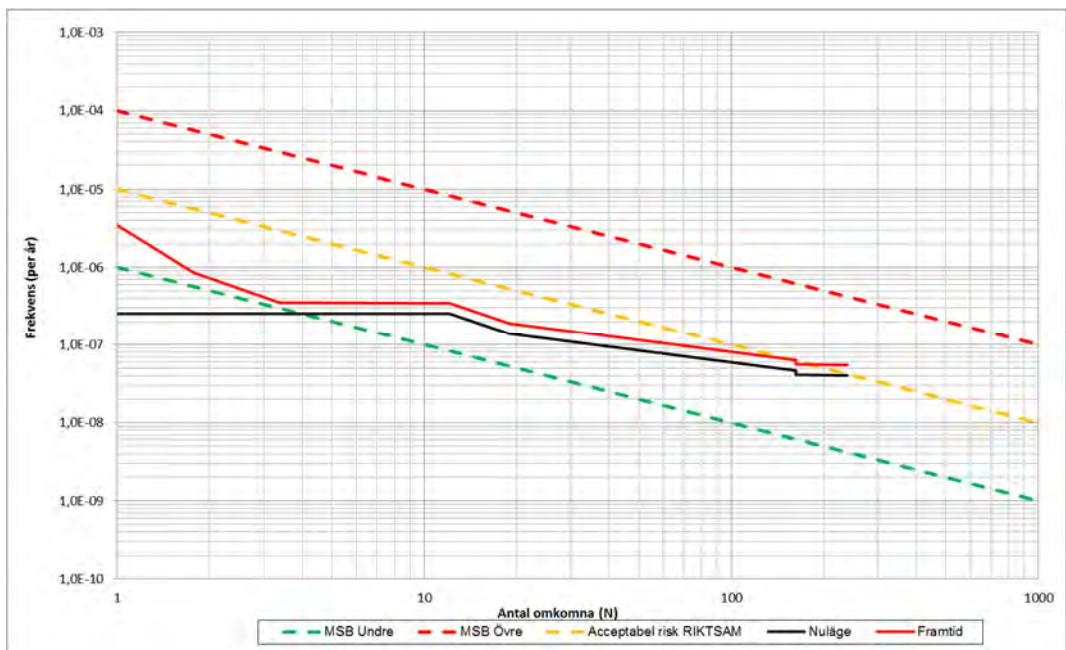
I figur C.5 och C.6 redovisas den beräknade samhällsrisken inom det studerade området, d.v.s. aktuellt planområde samt kringliggande bebyggelse. I figur C.5 redovisas samhällsrisken för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse) och i figur C.6 redovisas samhällsrisken för utförandealternativ (med planerad ny bebyggelse).

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

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



Figur C.5. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån med avseende på olycksrisker förknippade med studerade riskkällor. **Nollalternativ för planområdet.**

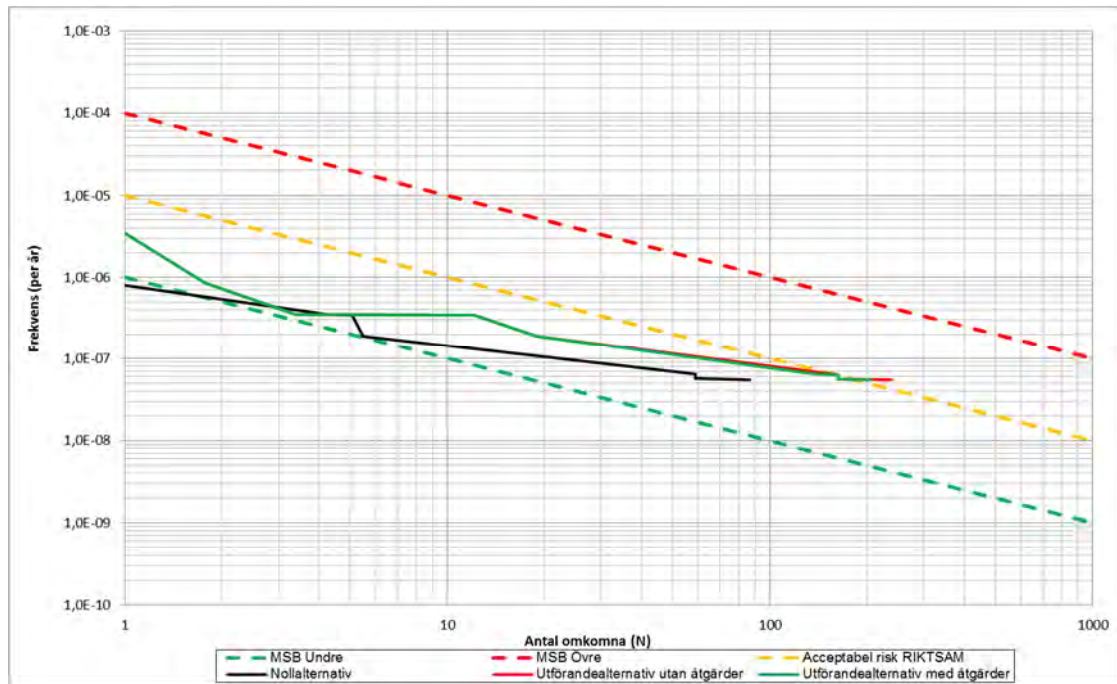


Figur C.6. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån med avseende på olycksrisker förknippade med studerade riskkällor. **Utförandealternativ för planområdet.**

### 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 samhällsrisken minskar genom att reducera konsekvenserna av de studerade olycksscenarierna. I figur C.7 redovisas den beräknade samhällsrisken för utförandealternativet utan respektive med rekommenderade åtgärder samt för nollalternativet. Samhällsrisken redovisas endast för trafikscenario *Framtid*.



Figur C.7. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för nollalternativ samt studerat utförandealternativ utan, respektive med rekommenderade restriktioner och åtgärder. Trafikscenario *Framtid*.

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

Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Nya bostadshus placeras så att avståndet till närmaste spår vid en potentiell utbyggnad av Högstighetsbanan är minst 30 meter.

Åtgärden eliminerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för olycksrisker med skadeavstånd som understiger skyddsavståndet samt reducerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för övriga olycksrisker. Åtgärden har störst effekt på olycksscenarioet urspårning och tågbrand där konsekvenserna elimineras. Åtgärdsförslaget motsvarar föreslagen bebyggelsekarta som legat som underlag för riskanalysen 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 spår vid en potentiell utbyggnad av Högstighetsbanan. Avståndet avser ytor som vetter direkt mot järnvägen och inte är avskärmade av framföriggande 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. Åtgärdsförslaget innebär därmed ingen förändring i förhållande till utförda beräkningar.

Byggnadstekniska åtgärder

## Allmänt om utformning av ny bebyggelse

Bostadshus som vetter direkt mot järnvägen utan framförliggande bebyggelse ska utföras med utrymningsvägar som är placerade 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. Den reducerande effekten sker framförallt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot gaser. Riskreducerande effekt för enbart denna åtgärd antas grovt till 0 %.

## Skydd mot gaser

Bostadshus som vetter direkt mot järnvägen utan framförliggande bebyggelse ska utföras med följande åtgärder:

- 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 inom 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 (BLEVE, stort utsläpp giftig gas) antas den totala riskreducerande effekten inomhus vara ca 25 %. Riskreducerande effekt utomhus antas vara 0 %.

## 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 samhällsrisker för de förändrade förutsättningarna och gör endast för utförandealternativet.

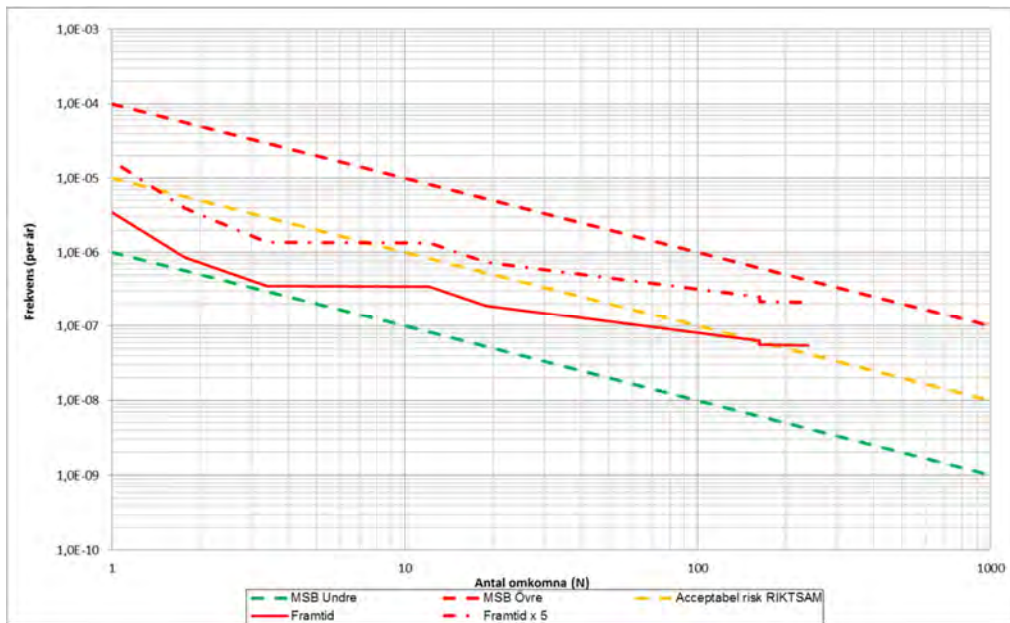
### 4.1 Del 1. Förändrat transportantal

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*.
- Frekvensberäkningarna för urspårning på Högastighetsbanan har antagits öka med en **faktor 5** i förhållande till dimensionerande trafiksiffror för trafikscenario *Framtid*.

I figur C.8 redovisas resultatet av del 1.





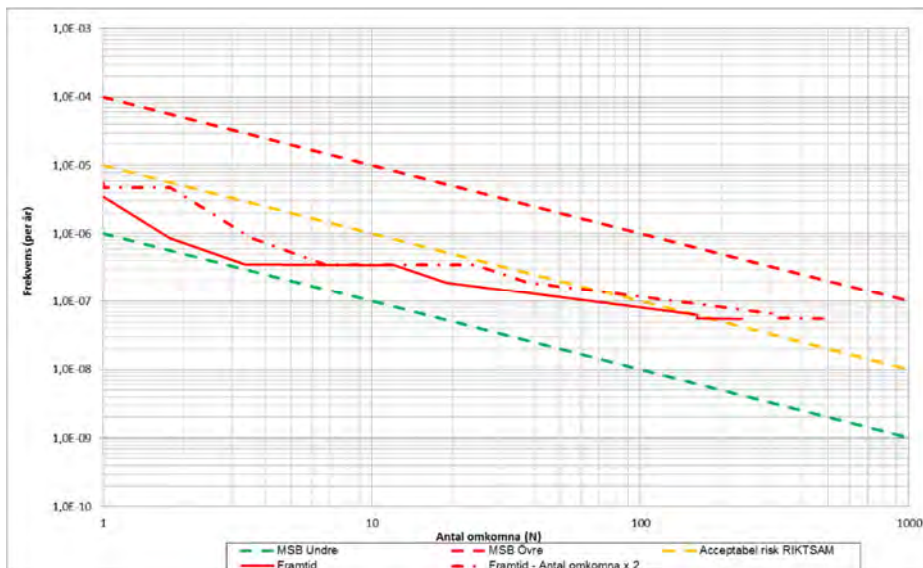
Figur C.8. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet.** Känslighetsanalys del 1.

## 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.9 redovisas resultatet av del 2.



Figur C.9. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. **Utförandealternativ för planområdet.** Känslighetsanalys del 2.