

## Del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i Trångsund, Huddinge kommun

### Riskanalys avseende närheten till Nynäsbanan



Underlag till detaljplan  
Reviderad december 2014  
~~september 2014~~  
juli 2014  
Maj 2013

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Örebro

PROJEKTNUMMER <b>106292</b>	PROJEKTNAMN <b>DEL AV BONDEN 1 OCH DEL AV HAMMARTORP 1:1 M.FL. I TRÅNGSUND, HUDDINGE KOMMUN</b>
PROJEKTLEDARE Erik Hall Midholm	PROJEKTANSVARIG Martin Olander
UPPDRAGSGIVARE Huge Fastigheter Box 1073 141 22 Huddinge	REFERENS UPPDRAGSGIVARE Håkan Lindblom Telefon: 08-535 320 00
DOKUMENTTYP Analys av olycksrisker	
ÖVRIGT Analys avseende olycksrisker förknippade med närliggande järnväg (Nynäsbanan).	
UPPRÄTTAT AV Erik Hall Midholm	INTERNKONTROLL Lisa Åkesson

2014-12-15	Risakanalys – Version 3.0	LÅn
2014-09-17	Risakanalys – Version 3.0	LÅn
2014-07-01	Risakanalys – Version 2.0	LÅn
2013-05-14	Risakanalys – Version 1.0	LÅn
2013-04-24	Risakanalys – Granskningshandling	LÅn
<b>DATUM</b>	<b>STATUS</b>	<b>INTERNKONTROLL (IK)</b>

## SAMMANFATTNING

Inom del av fastigheterna Bonden 1 och Hammartorp 1:1 m.fl. i Trångsund, Huddinge kommun planeras nya flerbostadshus. Planförslaget omfattar ca 90 bostadslägenheter och ett parkeringsdäck i område 1 (Bonden 1) samt ca 75 bostadslägenheter i område 2 (Hammartorp 1:1). Dessutom bevaras delar av den befintliga ytparkeringen i område 1.

Den nya bebyggelsen innebär en ändring av detaljplanen. Planområdet ligger i direkt anslutning till Nynäsbanan (järnväg). På järnvägen transporteras bland annat farligt gods. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län ska riskerna från transportleder för farligt gods och järnväg analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter.

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.

Utifrån underlag när det gäller trafik och transporterade mängder av farligt gods på Nynäsbanan har ett antal olycksrisker identifierats. Dessa har värderats översiktligt i en inledande riskanalys. Resultatet av den inledande analysen visar att det är ett begränsat antal olycksrisker som bedöms påverka risknivån inom planområdet. Planområdet ligger ca 3 meter högre än järnvägen, vilket medför ett naturligt skydd mot urspårning på järnvägen. Olycksrisker förknippade med majoriteten av farligt godsklasserna bedöms inte heller medföra oacceptabel risk inom planområdet, antingen p.g.a. mycket begränsade transportmängder eller mycket små skadeområden. Den inledande analysen visar att det huvudsakligen är olyckshändelser förknippade med brand i godståg samt olycka med transport av farligt gods (explosivämnen, brännbara och giftiga gaser, brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen och organiska peroxider) som kan medföra allvarliga konsekvenser inom planområdet och som därför studeras vidare i en detaljerad analys.

Ovanstående olycksrisker har studerats detaljerat genom beräkning av riskmåttan individrisk och samhällsrisk. Syftet med beräkningarna har varit att kunna precisera behov och omfattning av åtgärder vid planerad bebyggelse. Risknivån har värderats utifrån det förslag på riskkriterier som Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap har tagit fram. För att hantera eventuella osäkerheter i underlaget har även en känslighetsanalys utförts som beaktar förändring i antal transporter och vad som transporteras.

Riskberäkningar visar att individrisken för området är relativt låg men att samhällsriskerna hamnar på en nivå som innebär att åtgärder ska övervägas (ALARP). Bedömningen är att det föreligger ett behov av riskreducerande åtgärder vid ny bebyggelse inom planområdet.

För att hantera identifierade risker ges nedanstående förslag på åtgärder för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka. Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. 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)**. Det rekommenderas att det tydligt framgår i detaljplanen att alternativa utformningar accepteras om det kan verifieras att dessa ger motsvarande skydd som nedanstående åtgärder.

Vid ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* i Trångsund rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Avståndet mellan Nynäsbanan och ny bostadsbebyggelse ska ej understiga 30 meter. Inom 50 meter från Nynäsbanan ska bostadshus utan framförliggande bebyggelse utföras med:
  - o friskluftsintag placerade bort från Nynäsbanan mot skyddad sida
  - o utrymningsvägar placerade och utformade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Nynäsbanan
  - o fasader (inkl. fönster) som förhindrar brandspridning in i byggnad vid brand på järnvägen.\*
- Obebyggda områden mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Plank utmed järnvägen utförs i obrännbart material.
- Avståndet mellan Nynäsbanan och nytt parkeringsgarage samt carport ska ej understiga 10 meter. Inom 20 meter från Nynäsbanan ska fasader som vetter mot järnvägen på parkeringsgarage och carport utföras i obrännbart material för att begränsa risken för brandspridning vid brand på järnvägen.

\* *Denna åtgärd kan exempelvis uppfyllas genom att fasader som vetter direkt mot järnvägen inom område 1 utförs med obrännbart material. Fönster i dessa fasader utförs i lägst brandteknisk klass EW 30. Aktuella fönster får ej vara öppningsbara annat än med nyckel för rengöring och underhåll. Observera att kan finnas alternativa utformningar som ger motsvarande riskreducerande effekt som detta exempel åtgärder.*

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1	Bakgrund .....	6
1.2	Syfte.....	6
1.3	Omfattning .....	6
1.4	Underlag .....	6
1.5	Egenkontroll och Internkontroll .....	6
1.6	Revideringar .....	7
1.7	Metod.....	7
1.8	Förutsättningar.....	7
<b>2</b>	<b>ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET</b> .....	<b>9</b>
2.1	Områdesbeskrivning.....	9
2.2	Planerad bebyggelse.....	9
2.3	Omgivande planer .....	11
<b>3</b>	<b>RISKINVENTERING</b> .....	<b>12</b>
3.1	Nynäsbanan.....	12
<b>4</b>	<b>INLEDANDE RISKANALYS</b> .....	<b>16</b>
4.1	Identifiering av olycksrisker .....	16
4.2	Uppskattning av riskernas omfattning.....	16
4.3	Slutsats inledande analys .....	21
<b>5</b>	<b>FÖRDJUPAD RISKANALYS</b> .....	<b>22</b>
5.1	Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens.....	22
5.2	Beräkning av risk .....	22
5.3	Värdering av risk.....	25
5.4	Hantering av osäkerheter.....	26
<b>6</b>	<b>RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>30</b>
6.1	Allmänt.....	30
6.3	Förslag till riskreducerande åtgärder .....	36
<b>7</b>	<b>SLUTSATS</b> .....	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>39</b>
<b>BILAGA A</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR</b>	
<b>BILAGA B</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR</b>	
<b>BILAGA C</b>	<b>RISKBERÄKNINGAR</b>	
<b>BILAGA D</b>	<b>METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR</b>	

## 1 INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Ny bebyggelse planeras inom del av fastigheterna Bonden 1 och Hammartorp 1:1 m.fl. i Trångsund, Huddinge kommun. Planförslaget omfattar ca 90 bostadslägenheter och ett parkeringsdäck i område 1 (Bonden 1) samt ca 75 bostadslägenheter i område 2 (Hammartorp 1:1). Dessutom bevaras delar av den befintliga ytparkeringen i område 1. Ny bebyggelse innebär en ändring av detaljplanen för det aktuella området.

Planområdet ligger i direkt anslutning till Nynäsbanan (järnväg). På järnvägen transporteras bland annat farligt gods. Närheten till järnvägen ställer krav på att olycksrisker förknippade med järnvägen undersöks inför ny bebyggelse inom 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

Riskanalysen begränsas till att beakta olycksrisker förknippade med trafiken på den närliggande järnvägen (Nynäsbanan). Avståndet till närmaste rekommenderad transportled för farligt gods (väg 73, Nynäsvägen) respektive bensinstation överstiger 150 meter.

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 och omgivande vägar omfattas inte av analysen.

### 1.4 Underlag

Underlag till denna riskanalys utgörs av samrådshandlingar för planområdet *del av Bonden 1 samt del av Hammartorp 1:1 m.fl.* (plankarta och planbeskrivning m.m.) /1/ samt förslag på plan- och sektionsritningar över nya bostadshus och parkeringsytor (HMXW Arkitekter, daterade 2014-06-26).

Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 9.

### 1.5 Egenkontroll och Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets egen internkontroll i enlighet med företagets kvalitetsledningssystem. Detta innebär en övergripande granskning av en annan konsult i företaget av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits.

## 1.6 Revideringar

Denna utgåva av riskanalysen har reviderats gentemot föregående versioner av handlingen, bl.a. utifrån remissynpunkter från Trafikverket respektive Länsstyrelsen i Stockholms län erhållna under samråd 2014 /6/, /16/ samt yttrande från Södertörns brandförsvärsförbund, erhållna under utställning 2014 /2/. Ändringarna avser framförallt följande (mindre ändringar redovisas ej nedan):

- Beskrivningen av planområdet m.m. (avsnitt 2) har uppdaterats med bl.a. ny situationsplan samt en kompletterande beskrivning av planerad ny bebyggelse inom område 2.
- Den fördjupade riskanalysen, inkl. hantering av osäkerheter (avsnitt 5) samt åtgärdsavsnittet (avsnitt 6) har reviderats med hänsyn till uppdaterade riskberäkningar samt synpunkter i samråds- och utställningsyttrande.

Stycken som har reviderats är markerade med ett streck i marginalen.

## 1.7 Metod

Inledningsvis görs en inventering och identifiering av möjliga olycksrisker både inom och utanför planområdet. En bedömning görs sedan av identifierade händelsers möjliga påverkan mot omgivningen.

För de risker som bedöms kunna medföra konsekvenser för människor och byggnader utom och inom planområdet görs en detaljerad analys där frekvens och konsekvens beräknas för identifierade olyckor. Utifrån detta beräknas risknivån (individrisk respektive samhällsrisk) för området. Vid behov föreslås säkerhetshöjande åtgärder.

För att hantera osäkerheter i underlaget görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt.

En mer utförlig beskrivning av den riskanalysmetod som används i denna analys redovisas i bilaga D.

## 1.8 Förutsättningar

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms Län Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /3/ ska riskerna analyseras för ny bebyggelse inom 100 meter från med transport av farligt gods, järnväg eller bensinstation. I rapporten rekommenderas skyddsavstånd mellan riskobjekt och olika typer av bebyggelse. I tabell 1.1 redovisas de skyddsavstånd som är aktuella i detta fall (d.v.s. närhet till järnväg).

Tabell 1.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till järnväg /2/.

Typ av bebyggelse	Avstånd
Tät kontorsbebyggelse	25 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
Personintensiv verksamhet	50 m

De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

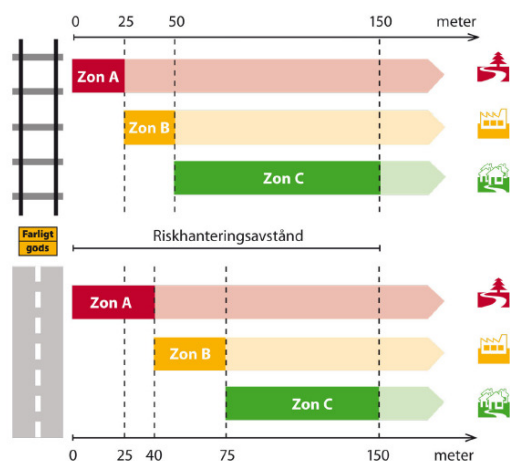


En ny rapport från Länsstyrelsen har varit på remiss under hösten 2012 /4/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur 1.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.

I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods:

*”Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.*

*Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C.”*



Rekommenderad kvartersmark inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
L – odling	G – bilservice	B – bostäder
P – parkering (yt-parkering)	J – industri	C – centrum
T – trafik	K – kontor	D – värd
N – friluftsområde (till exempel motionsspår)	U – lager	H – övrig handel
	N – friluftsområde (till exempel camping)	R – kultur
	P – parkering (övrig parkering)	S – skola
	E – tekniska anläggningar	K – hotell och konferens
	H – handel (sällanköpshandel)	Y – idrotts- och sportanläggningar (arena eller motsvarande)
	Y – idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarpplatser)	

Figur 1.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012 /3/.

I bilaga D redovisas en mer utförlig redogörelse för lagstiftning, riktlinjer och riskhänsyn vid fysisk planering.



## 2 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET

### 2.1 Områdesbeskrivning

Fastigheterna Bonden 1 och Hammartorp 1:1 m.fl. ligger inom Trångsunds kommundel i Huddinge kommun (se placering i figur 2.1). Området är ca 200 x 150 meter och avgränsas i söder av Nynäsbanan (järnväg). Kringliggande områden norrut, västerut och delvis österut, är bebyggda med bl.a. bostadshus och centrumbyggnader. Merparten av områdena öster ut är obebyggda.

Planområdet är uppdelat i två delområden:

- Område 1 utgörs av del av Bonden 1 och Stortorp 30 och används idag till parkering (ytparkering och garagelängor).
- Område 2 utgörs av del av Hammartorp 1:1 m.fl. och är idag obebyggt.

Området sluttar uppför från Nynäsbanan och ligger ca 2-3 meter över järnvägen. Närmare Trångsundsvägen är det ytterligare ett par meter högre (se figur 2.3).



Figur 2.1. Orienteringsfigur över del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. //.

### 2.2 Planerad bebyggelse

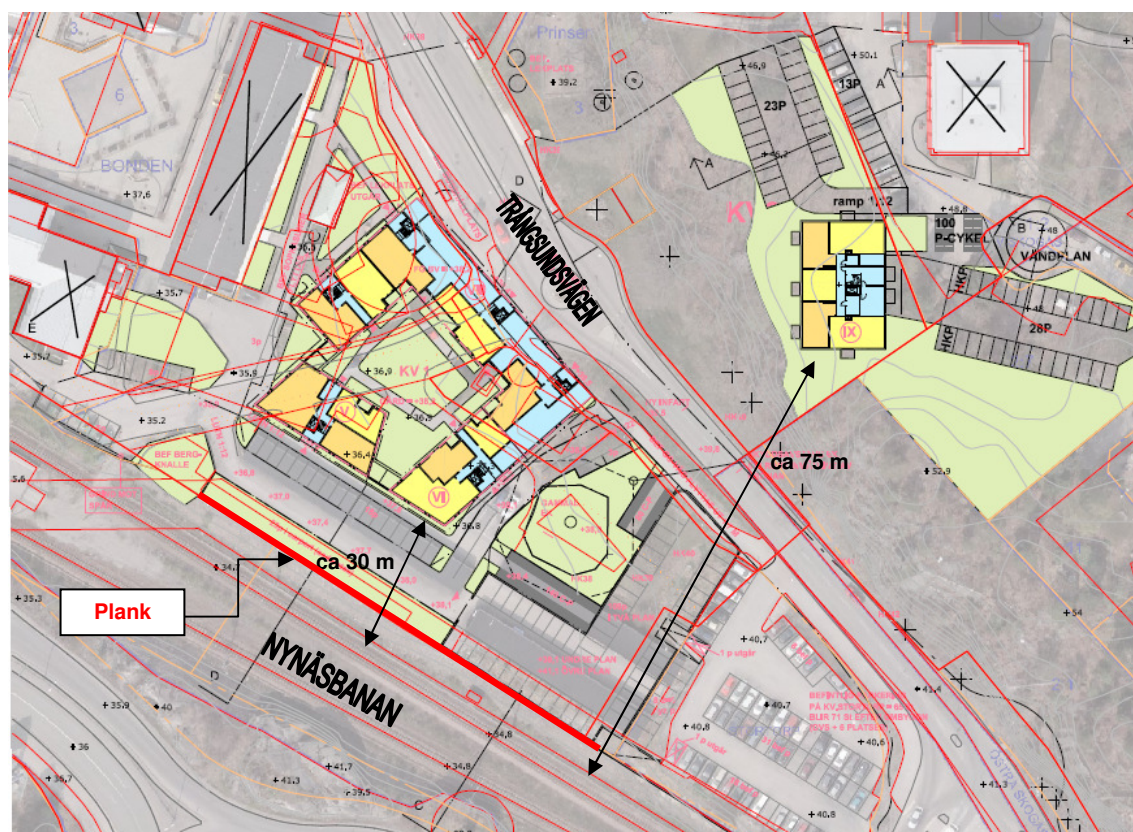
Skisser för den planerade bebyggelsen redovisas i figur 2.2 och 2.3.

Inom område 1 (del av Bonden 1) planeras ett flerbostadshus i 5-7 våningar med ca 90 lägenheter med 1-5 rum och kök. Inom område 2 (del av Hammartorp 1:1) uppförs ett flerbostadshus i 9 våningar med ca 75 lägenheter.

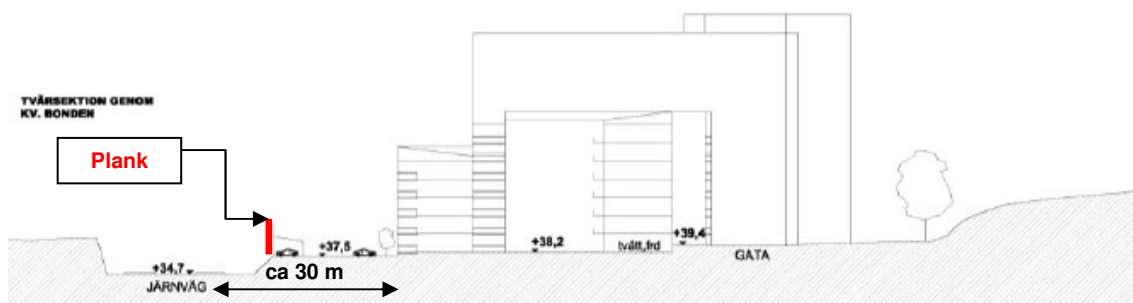
Parkering anordnas bl.a. mot Nynäsbanan, dels genom befintliga parkeringsplatser, dels genom ett nytt parkeringsdäck i två plan i den östra delen av område 1. Utmed järnvägen utförs en ny carport som ersätter befintlig markparkering (se figur 2.3). Markparkering anordnas även inom område 2.

För att begränsa bullret från framförallt Nynäsbanan så planeras dels ett plank utmed järnvägen, dels glasskärmar mellan huskropparna inom område 1 (se markering i figur 2.2 och 2.3). Planket utförs i obrännbart material.

Med föreslagen utformning blir avståndet mellan bostadshus och Nynäsbanans närmaste spår ca 30 meter (område 1). Den planerade carporten utmed järnvägen samt parkeringsgaraget i östra delen av område 1 ligger ca 10 meter från närmaste spår. Avståndet mellan Nynäsbanan och den nya bebyggelsen inom område 2 kommer att överstiga 75 meter. Enligt avsnitt 2.1 hamnar byggnaderna minst 2-3 meter högre än järnvägsspåren (se även figur 2.3).



Figur 2.2. Planskiss – Förslag till ny bebyggelse inom område 1 och område 2 /1/ (Ritat av HMXW Arkitekter). Plank mot järnvägen markeras med röd linje.



Figur 2.3. Sektion – Förslag till ny bebyggelse inom område 1 /1/ (Ritat av HMXW Arkitekter). Plank mot järnvägen markeras med röd linje.

### **2.3 Omgivande planer**

Det har inte identifierats några omgivande planer i närområdet kring det aktuella planområdet som bedöms kunna medföra några förändringar avseende riskpåverkan för den planerade nya bebyggelsen.



### 3 RISKINVENTERING

Nedan beskrivs den riskkälla som har identifierats i anslutning till aktuella planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1*: Nynäsbanan.

I anslutning till planområdet finns ingen väg som utgör rekommenderad transportled för farligt gods. Avståndet till närmaste transportled för farligt gods (väg 73) överstiger kraftigt 150 meter. Det ligger heller inte någon bensinstation eller industri i närområdet som kan påverka planområdets riskbild.

Enligt tidigare beaktar riskanalysen enbart riskkällor som bedöms kunna innebära akuta olycksrisker med konsekvenser för människors liv.

#### 3.1 Nynäsbanan

Nynäsbanan går mellan Älvsjö och Nynäshamn och passerar enligt tidigare utmed planområdet. På den aktuella sträckan består banan av två spår. Strax väster om planområdet ligger Trångsunds pendeltågstation.

Utmed den aktuella sträckan är järnvägens sträckning relativt rak. Enligt tidigare sluttar marken uppåt från järnvägen mot planområdet som ligger ca 3 meter högre än spåren.

##### 3.1.1 Trafik

Banan trafikeras huvudsakligen av pendeltåg men det förekommer även enstaka godståg. På den aktuella sträckan går pendeltågen i kvartstrafik under dagtid och i halvtimmestrafik på kvällarna.

I dagsläget trafikeras den aktuella sträckan av ca 145 tåg per vardagsmedelsdygn /5/. En klar majoritet utgörs av pendeltåg, antalet godståg på Nynäsbanan är idag mycket begränsat.

Hastighetsbegränsningen på Nynäsbanan är 140 km/h för pendeltåg. För godståg är hastighetsbegränsningen 100 km/h.

##### *Framtid*

Kapaciteten på Nynäsbanan är begränsad, vilket framförallt beror på att stora delar av sträckan mellan Västerhaninge och Nynäshamn består av enkelspår. Trafikverket arbetar med att öka kapaciteten på Nynäsbanan genom att bygga ut med dubbelspår på denna sträcka. Detta kommer framförallt öka kapacitet söder om Västerhaninge, d.v.s. inte på den aktuella järnvägssträckan. Utbyggnaden bedöms innebära en begränsad påverkan på trafikmängden på den aktuella sträckan genom Trångsund.

Enligt uppgifter från Trafikverket /6/ så är basprognosen år 2030 för Nynäsbanan 264 persontåg per dygn. För godstrafiken anger basprognosen för år 2030 6 godståg per dygn.

Stockholms Hamnar planerar en ny hamn för godsartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Godset kommer att transporteras till och från hamnen på både väg (väg 73) och järnväg (Nynäsbanan). Fullt utbyggd beräknas hamnen kunna hantera ca 300 000 containers per år samt en genomströmning av 200 000 fordon med rullande gods (Roll on-Roll off). Enligt en miljörisikanalys som har upprättats i samband med planarbetet för

hamnen uppskattas hamnen medföra ca 55 000 godsvagnar på Nynäsbanan varje år /7/. Enligt uppgifter från Trafikverket /5/ bör hänsyn tas till att utbyggnaden av Norvik kan innebära 12 godståg per dygn på den aktuella järnvägssträckan.

### 3.1.2 Transporter av farligt gods

#### Allmänt

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 klasserna delas i sin tur in i underklasser, s.k. riskgrupper, utifrån regelverket RID-S (järnväg) /8/. I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

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

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen och föremål	Omfattar fasta eller flytande ämnen som genom kemisk reaktion kan alstra gaser med sådan temperatur, sådant tryck och sådan hastighet att de kan skada omgivningen samt föremål som innehåller ett eller flera explosiva ämnen eller pyrotekniska ämnen. T.ex. Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc. Klassen delas in i sex riskgrupper: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.1 Risk för massexplosion</li> <li>• 1.2 Risk för splitter och kaststycken men ej massexplosion</li> <li>• 1.3 Risk för brand och mindre risk för tryckvåg, splitter och kaststycken men ej massexplosion</li> <li>• 1.4 Obetydlig explosionsrisk vid antändning eller initiering under transport. Verkningar i stort sett begränsade till kollit och splitter förväntas ej i betydande storlek eller utbredning</li> <li>• 1.5 Mycket okänsliga ämnen med risk för massexplosion men med mycket sannolikhet för initiering eller för övergång från brand till detonation</li> <li>• 1.6 Extremt okänsliga föremål utan risk för massexplosion</li> </ul>
2	Gaser	Omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser. Gaser är ämnen som vid 50 °C har ett ångtryck över 300 kPa eller är fullständigt gasformiga vid 20 °C och normaltryck 101,3 kPa. T.ex. gasol, acetylen, klor, ammoniak, kväve etc. Klassen delas in i tre delklasser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.1 Brandfarliga gaser</li> <li>• 2.2 Icke brandfarliga, icke giftiga gaser</li> <li>• 2.3 Giftiga gaser</li> </ul>
3	Brandfarliga vätskor	Omfattar vätskor som har en flampunkt på högst 60 °C samt ett ångtryck på högst 300 kPa vid 50 °C och inte är fullständigt gasformiga vid 20 °C och normaltrycket 101,3 kPa. T.ex. Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Omfattar brandfarliga ämnen och föremål, okänsliga explosivämnen, självreaktiva och självantändande ämnen samt ämnen som vid reaktion med vatten utvecklar brandfarliga gaser. T.ex. kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.

Forts. tabell 3.1.

Klass	Ämne	Beskrivning
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Omfattar ämnen som inte nödvändigtvis är brännbara, men som vid avgivande av syre kan orsaka brand eller underhålla brand hos andra ämnen samt organiska peroxider. T.ex. Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc. Klassen delas in i två delklasser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5.1 Oxiderande ämnen</li> <li>• 5.2 Organiska peroxider</li> </ul>
6	Giftiga ämnen m.m.	Omfattar ämnen som kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor genom inandning, hudabsorption eller förtäring av relativt små mängder samt smittförande ämnen. T.ex. Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Omfattar ämnen som innehåller radionuklider med aktivitetskoncentration och totalaktivitet som överstiger värden enligt ADR-S respektive RID-S. T.ex. medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Omfattar ämnen som genom kemisk inverkan angriper vävnad i hud och slemhinner som de kommer i kontakt med. T.ex. Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Omfattar bl.a. ämnen och föremål som kan vara hälsofarliga vid inandning som fint damm, som vid brand kan bilda dioxider, som avger brandfarliga ångor, litiumbatterier, miljöfarliga ämnen. T.ex. Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.

**Kartläggningar:**

Det förekommer transporter av farligt gods på Nynäsbanan. Det finns dock ingen tydlig bild av vad som transporteras på den aktuella sträckan. Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger viss information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder (observera olika tidsintervall):

- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB, tidigare Räddningsverket) genomförde kartläggningar på Sveriges järnväg under tre månader 1996 /9/ respektive en månad 2006 /10/.

Kartläggningen från 1996 redovisade inga transporter av farligt gods på Nynäsbanan, medan motsvarande kartläggning 2006 redovisade transporter av:

- klass 2.1: 0 – 5 200 ton/månad
- klass 3: 0 – 8 700 ton/månad
- **Totalt: 0 – 10 000 ton/månad**

- Det finns dessutom information om Green Cargos transporter på aktuell sträcka av Nynäsbanan under mars-maj 2005 /11/:

- klass 2.1: 414 ton/kvartal
- klass 3: 1 824 ton/kvartal
- **Totalt: 2 238 ton/kvartal**

- Trafikanalys upprättar årliga statistikrapporter över den totala godstrafiken på Sveriges järnvägar, inkl. farligt gods /12/. Enligt denna statistik har ca 4-5 % av den totala godsmängden varit farligt gods under den senaste femårsperioden.

**Framtid**

Enligt ovan planerar Stockholms Hamnar en ny hamn för godsfartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Av de 55 000 godsvagnarna som hamnen uppskattas generera på Nynäsbanan varje år, bedöms ca 1 280 vagnar (ca 2,5 %) omfatta farligt gods (ur samtliga klasser förutom klass 1 och klass 7) /7/.

I Norvik har dessutom Nynäs raffinaderi byggt en ny terminal för naturgas. Verksamheten genererar en ökning av farligt godstransporter (brännbar gas) på Nynäsvägen. Terminalen förutsätts dock ej medföra några tillkommande transporter av naturgas på Nynäsbanan /13/.

**Sammanställning**

Utifrån ovanstående underlag görs en uppskattning av antalet vagnar med farligt gods per år på Nynäsbanan fördelat på respektive klass, se tabell 3.2. Statistiken från MSB respektive Green Cargo har omräknats till årsbasis och antalet transporter som visas i tabellen utgör en konservativ sammanvägning av dessa två kartläggningar som utgår från maximala transportmängder för respektive klass samt en grov uppskattning av medelmängden gods per vagn. Antalet godsvagnar uppskattas även för en framtida situation, där år 2030 utgör prognosår. Norviks hamn förväntas då vara fullt utbyggd och tillkommande farligt godsmängder utgör uppskattade transportmängder enligt /7/.

Dessutom redovisas en grov uppskattning som har gjorts utifrån den nationella statistiken från Trafikanalys som utgår från den totala godstrafiken på Nynäsbanan samt den genomsnittliga fördelningen mellan olika respektive farligt godsklass.

*Tabell 3.2. Uppskattad transportmängd respektive antal vagnar med farligt gods per år på aktuell del av Nynäsbanan idag respektive år 2030 (efter utbyggnad av Norviks hamn). Uppskattningen görs utifrån en sammanvägning av kartläggningar från MSB och Green Cargo respektive genomsnittlig nationell statistik över farligt gods på järnväg.*

Klass	Antal godsvagnar med farligt gods per år			
	Sammanvägning av statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik från Trafikanalys	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
1	0	0	< 1	< 1
2	1360	1430	670	1477
3	1830	2210	984	2169
4	0	40	151	332
5	0	90	313	690
6	0	90	45	99
7	0	0	1	2
8	0	330	245	539
9	0	280	17	38
<b>Totalt</b>	<b>3190</b>	<b>4470</b>	<b>2425</b>	<b>5345</b>



## 4 INLEDANDE RISKANALYS

### 4.1 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är tågtrafiken på Nynäsbanan (inkl. transporter av farligt gods) som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet och som därför är relevanta att beakta vad gäller risknivån för planområdet.

Enligt tidigare har det inte identifierats några ytterligare närliggande riskkällor som bedöms påverka risknivån inom området.

De olycksscenarier förknippade med tågtrafiken på Nynäsbanan som bedöms kunna påverka det aktuella planområdet är:

1. Urspårning
2. Tågbrand
3. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

### 4.2 Uppskattning av riskernas omfattning

Uppskattningen görs huvudsakligen i form av en bedömning av skadeområden för respektive olycksrisk. För de skadescenarier som uppskattas kunna innebära allvarliga konsekvenser för planområdet görs därefter mer detaljerade beräkningar av frekvens och konsekvens.

#### 4.2.1 Scenario 1. Urspårning

Sannolikheten för urspårning på en angränsande järnväg bedöms vara förhållandevis hög om man jämför med sannolikheten för övriga olycksrisker som kan påverka kringliggande områden (d.v.s. tågbrand och olycka med farligt gods). Majoriteten av alla urspårningar innebär dock en mycket begränsad påverkan på området utmed järnvägen då urspårningen endast innebär att ett hjulpar hoppar av spåret och att tåget förblir upprätt. I vissa fall leder urspårningen dock till att tåget, eller enstaka vagnar, lämnar 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.

Konsekvensområdet för en urspårning är dock kraftigt beroende av omgivningens utformning. Även vid en mindre nivåskillnad där järnvägsspåret ligger lägre än kringliggande områden bedöms skadeavståndet begränsas markant jämfört med om järnvägen ligger i nivå med omgivningen. Det aktuella planområdet ligger ca 3 meter högre än Nynäsbanan. Nivåskillnaden utgör ett naturligt skydd mot ett urspårat tåg. Dessutom innebär planområdets närhet till Trångsunds pendeltågstation att hastigheten på den aktuella sträckan är förhållandevis låg. En urspårning bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att urspårning inte utgör någon risk som behöver beaktas vidare i den fortsatta planprocessen.

#### 4.2.2 Tågbrand

Konsekvenserna av en tågbrand är bl.a. beroende av vilken tågtyp som brinner. Brand i ett godståg kan bli betydligt mer omfattande än brand i persontåg (utformningen av pendeltåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet).

Skadeområdet vid brand i ett pendeltåg bedöms vara begränsat. Med hänsyn till avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse (ca 30 meter) bedöms en persontågsbrand ej innebära risk för brandspridning till området. Brand i persontåg bedöms därför ha en mycket begränsad påverkan på risknivån inom planområdet. Med hänsyn till detta görs bedömningen att brand i pendeltåg inte utgör någon risk som behöver beaktas vidare i den fortsatta planprocessen.

Skadeområdet vid brand i godståg bedöms kunna bli mer omfattande. Värmestrålningen bedöms bli hög inom ett relativt stort avstånd och med hänsyn till detta bedöms en brand i godståg kunna innebära brandspridning till planerad bebyggelse inom område 1 (avståndet till bebyggelse inom område 2 överstiger olycksriskens potentiella skadeområde). Olycksrisken bör därför studeras i en mer fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet (område 1), se vidare avsnitt 5.

#### 4.2.3 Scenario 3. Järnvägsolycka med transport av farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån RID-S. I tabellen nedan görs en kortfattad 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	Ämne	Konsekvensbeskrivning
1	Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder ( $\geq 2$ ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2	Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, 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 40-50 m.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6	Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen i tabell 4.1 bedöms det vara ämnen ur klass 1.1 (massexplosiva ämnen), klass 2.1 och 2.3 (brännbara respektive giftiga gaser) samt klass 3 (brandfarliga vätskor) och klass 5 (oxiderade ämnen och organiska peroxider) som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet. Konsekvenserna av en olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

I avsnitten nedan görs separata bedömningar av risknivån förknippad med de fem farligt godsklasser som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet med hänsyn till dess skadeområden.

**Klass 1.1 Massexplosiva ämnen** – Antalet transporter med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan bedöms vara mycket begränsat, om ens förekommande. Ingen av de kartläggningar som har studerats redovisar några transporter av explosivämnen på den aktuella banan (se tabell 3.2). Den framtida godshamnen i Norvik förväntas inte heller generera några järnvägstransporter av explosivämnen. De transporter som förväntas förekomma kommer att utgöra vägtransporter /7/.

Ämnen ur klass 1 utgör generellt en mycket låg andel av den totala mängden farligt gods på svenska järnvägar (< 0,5 % enligt statistik från Trafikanalys /12/). I MSB:s senaste kartläggning från september 2006 angavs t.o.m. de transporterade mängderna i kilo medan övriga klasser redovisades i ton /10/.

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. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden explosivämnen som exploderar.

Det finns inga restriktioner för hur stora mängder explosivämnen som tillåts per godsvagn. Det bedöms dock att den maximala transportmängden per vagn sällan överstiger 20-25 ton. Med hänsyn till avståndet mellan den planerade nya bebyggelsen och järnvägen bedöms en olycka med större mängd massexplosiva ämnen på järnvägen kunna innebära omfattande konsekvenser inom det aktuella området.

Sannolikheten för att en massexplosion ska inträffa på Nynäsbanan i anslutning till planområdet bedöms vara extremt låg. Detta beror främst på det begränsade antalet transporter med produkter som kan leda till massexplosion (klass 1.1) och dessutom finns det detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

Även om konsekvenserna av en explosion kan bli omfattande med avseende på närheten till den planerade bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av explosivämnen på Nynäsbanan vara mycket låg. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till konsekvenserna av en större explosion bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad analys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder, se vidare avsnitt 5.

**Klass 2.1. Brännbara gaser** – En olycka med brännbar gas innebär att gas läcker ut och antänds (antingen under tryck eller när den spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna variera.

Antalet transporter med brännbar gas på Nynäsbanan uppskattas kunna vara relativt stort (se tabell 3.2). Brännbara gaser transporteras dock normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankvagnar, vilket medför att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. väsketransporter. Detta ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid kraftig påverkan. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att olycksrisker förknippade med brännbar gas behöver studeras i en fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet (område 1 och område 2), se vidare avsnitt 5.

**Klass 2.3. Giftiga gaser** – Giftig gas behöver inte ”aktiveras” genom antändning för att bli farlig. Den är farlig så snart den läcker ut. Beroende på vind och topografi kan gasen spridas långa sträckor och fortfarande ha dödliga koncentrationer. Vid större utsläpp kan människor både utomhus och inomhus skadas eller omkomma på upp till flera hundra meters avstånd från utsläppet.

Antalet transporter med giftig gas på Nynäsbanan bedöms vara mycket begränsat. Ingen av de studerade kartläggningarna redovisar några transporter av giftiga gaser på den aktuella banan (se tabell 3.2). Den framtida godshamnen uppskattas generera ca 15 vagnar med giftig gas per år på Nynäsbanan /7/.

Det begränsade antalet transporter på Nynäsbanan innebär att sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas i höjd med planområdet bedöms vara mycket låg. Även om konsekvenserna av ett större gasutsläpp kan bli omfattande med avseende på den planerade bebyggelsen inom planområdet bedöms den sammanvägda risknivån vara mycket begränsad. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till de omfattande konsekvenserna av ett större gasutsläpp bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad riskanalys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetskänsliga åtgärder, se vidare avsnitt 5.

**Klass 3. Brandfarliga vätskor** – Brandfarliga vätskor utgör en av de klasser som är vanligast förekommande på Sveriges järnvägar. Enligt statistik från Trafikanalys utgjorde brandfarliga vätskor ca 35-40 % av den totala transportmängden farligt gods mellan år 2009-2013 /12/.

Enligt tabell 4.1 kan en olycka med brandfarliga vätskor generellt innebära skadeområden uppåt cirka 40-50 meter vid ett stort utsläpp som antänds. Detta gäller dock om utsläppet kan spridas fritt kring olycksplatsen, d.v.s. att omgivningen ligger på samma nivå som, eller lägre än, järnvägen. Det aktuella planområdet ligger enligt tidigare högre än Nynäsbanan, vilket innebär att spridningen mot den planerade bebyggelsen begränsas. Detta innebär i sin tur att skadeområdet minskar. Avståndet mellan Nynäsbanan och den planerade bebyggelsen inom område 1 är dock så begränsat att en stor pölbrand på järnvägen kan leda till brandspridning till byggnaden samt

påverka oskyddade personer utomhus. Avståndet till bebyggelse inom område 2 överstiger däremot olycksriskens potentiella skadeområde.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att olycksrisker förknippade med brandfarliga vätskor behöver studeras i en fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet (område 1), se vidare avsnitt 5.

**Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider** – Vissa ämnen ur klass 5 kan, om de blandas med brännbart material bilda en blandning som kan självantända.

Blandningen kan till och med leda till ett explosionsartat brandförlopp som motsvarar explosion med massexplosiva ämnen. Ett scenario som kan inträffa vid utsläpp till följd av en järnvägsolycka är att ämnet blandas med exempelvis smörjolja från tåget. Ett större utsläpp kan bilda en explosiv blandning som motsvarar flera ton explosivämne.

Sannolikheten för att en olycka med ämnen ur klass 5 ska leda till ett skadescenario som påverkar planområdet bedöms dock vara mycket låg. Denna bedömning utgår dels från att antalet transporter med ämnen ur klass 5 bedöms vara mycket begränsat på Nynäsbanan (se tabell 3.2). Dessutom är det endast en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till denna typ av kraftiga brand- och explosionsförlopp. Det är nämligen 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 RID-S /8/ är det inte ens tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av oxiderande ämnen och organiska peroxider på Nynäsbanan vara mycket begränsad. Även om konsekvenserna av ett större olycksscenario kan bli omfattande för den nya bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med dessa transporter vara mycket låg. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till de stora konsekvenser som en olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider skulle innebära för det aktuella planområdet bör dock denna olycksrisk studeras vidare i en fördjupad riskanalys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder, se avsnitt 5.

### 4.3 Slutsats inledande analys

Den sammanvägda bedömningen utifrån den inledande analysen är att risknivån inom det aktuella planområdet är relativt låg. Med hänsyn till avståndet mellan bebyggelse och kringliggande riskkällor så är det ett begränsat antal olycksrisker som bedöms kunna påverka området.

Det går dock inte att, enbart utifrån resultatet av den inledande riskanalysen, avgöra huruvida den sammanvägda risknivån är så omfattande att säkerhetshöjande åtgärder behöver vidtas eller inte. Därför har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad kvantitativ riskanalys av följande olycksrisker:

#### Brand i godståg

##### Olycka med farligt gods på Nynäsbanan:

- Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

Genom att närmare kvantifiera frekvens och konsekvens för dessa risker erhålls en tydligare bild över risknivån i det aktuella området. En kvantifiering av risknivån medger att resultaten lättare kan jämföras med riktlinjer för riskacceptans.

#### 4.3.1 Hantering av osäkerheter i underlaget

Den inledande riskanalysen utgår från underlag som bedöms innefatta relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods, samt fördelningen mellan de olika farligt godsklasserna. Om man endast baserar riskbedömningen på detta underlag finns det risk för att man i ett tidigt skede räknar bort olycksrisker som egentligen kan påverka risknivån inom planområdet. Med hänsyn till detta har bl.a. flera underlag använts i de fall som detta har funnits att tillgå.

I den inledande analysen har det konstaterats att det endast är ett fåtal farligt godsklasser som förekommer i sådan omfattning att de bedöms kunna påverka risknivån inom det aktuella planområdet. Riskuppskattningen har dock utförts utifrån kvalitativa bedömningar som i sig omfattar osäkerheter.

De identifierade osäkerheterna i underlaget behöver beaktas i den fördjupade riskanalysen. Därför kommer den fördjupade analysen även beakta olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1.1), giftiga gaser (klass 2.3) respektive oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5.1 och 5.2), se ovan.



## 5 FÖRDJUPAD RISKANALYS

Nedan presenteras resultatet av de beräkningar som genomförts avseende frekvens, konsekvens och risk för de olycksrisker som enligt den inledande analysen bedömts kunna påverka risknivån för planområdet. I avsnitt 5.4 redovisas en känslighetsanalys som syftar till att beakta osäkerheter i underlaget.

### 5.1 Beräkning av olycksfrekvens och konsekvens

Frekvensberäkningarna är utförda i enlighet med den metod som anges i rapporten *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen /14/*. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik och en uppskattad framtida trafik år 2030 och omfattar sträckan som angränsar mot planområdet, d.v.s. ca 200 meter. Frekvensberäkningarna avseende olycksrisker med farligt gods utgår dels från en sammanvägning av de kartläggningar och prognoser som finns specifikt för Nynäsbanan och dels från en uppskattning av transportmängder enligt genomsnittlig nationell statistik (se tabell 3.2).

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. Utifrån skadeområdena samt en uppskattning av personantalet i området beräknas antalet omkomna till följd av respektive skadescenario. Beräkningarna beaktar både den planerade nya bebyggelsen inom planområdet samt befintlig bebyggelse inom kringliggande områden. Beräkningarna avgränsas till att omfatta ett område med 150 meters radie omkring järnvägen.

Riskenivån kommer bl.a. att beräknas i form av samhällsrisk, dels för ett nollalternativ (befintligt utförande av planområdet) och dels för det planerade utbyggnadsalternativet enligt avsnitt 2.2. Konsekvensberäkningarna har därför genomförts dels för befintliga förhållanden och dels för framtida förhållanden med planerad bebyggelse inom planområdet.

Enligt avsnitt 2.2 planeras ett plank utmed järnvägen. Planket ska utföras i obrännbart material och bedöms kunna fungera som en avskärmande barriär mot bland annat infallande värmestrålning vid brandscenario på Nynäsbanan. Det är dock oklart hur beständigt planket är mot brandpåverkan m.m. I konsekvensberäkningarna har hänsyn därför inte tagits till att planket har någon skadereducerande effekt.

I bilaga A och B redovisas frekvens- respektive konsekvensberäkningarna i sin helhet.

### 5.2 Beräkning av risk

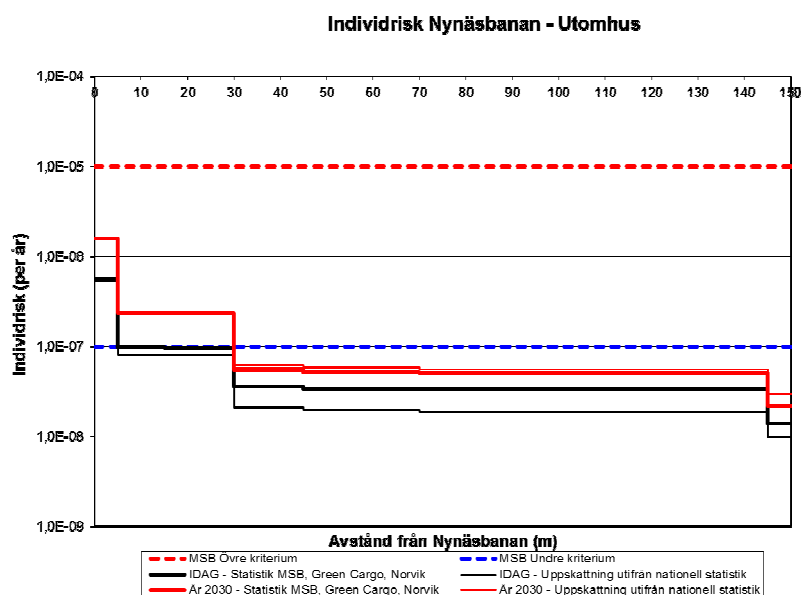
#### 5.2.1 Individrisk

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning. Ett konservativt antagande är att en olycka inträffar där avståndet till planområdet är som kortast. När det gäller skadeområden för de olika olycksscenarierna så understiger områdena för flera scenarier den sträcka som studeras (ca 200 m). Detta innebär att även om olyckan sker mitt för

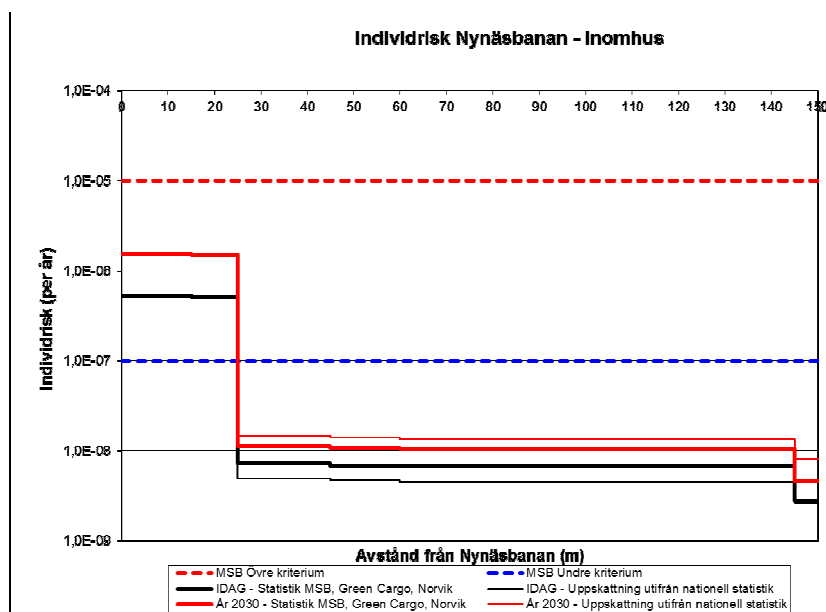


det aktuella området behöver det inte drabba hela det aktuella området. För scenarier med stort skadeområde (exempelvis en större explosion eller BLEVE) är fallet det motsatta, personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför planområdet. För vissa av scenarierna med utsläpp och antändning av brännbar gas förväntas inte heller skadeområdet bli cirkulärt vilket i sin tur innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För att ta hänsyn till detta har frekvensen reducerats, alternativt ökats, beroende på skadeområdets utbredning och spridningsvinkel.

Underlag för beräkning av individrisk redovisas i bilaga C. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus och dels för personer inomhus (se figur 5.1 och 5.2). Respektive riskkurva redovisas som ett intervall (tjock respektive smal linje) med hänsyn till de olika underlag som har använts, se tabell 3.2.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Nynäsbanan i höjd med planområdet del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i Trångsund. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



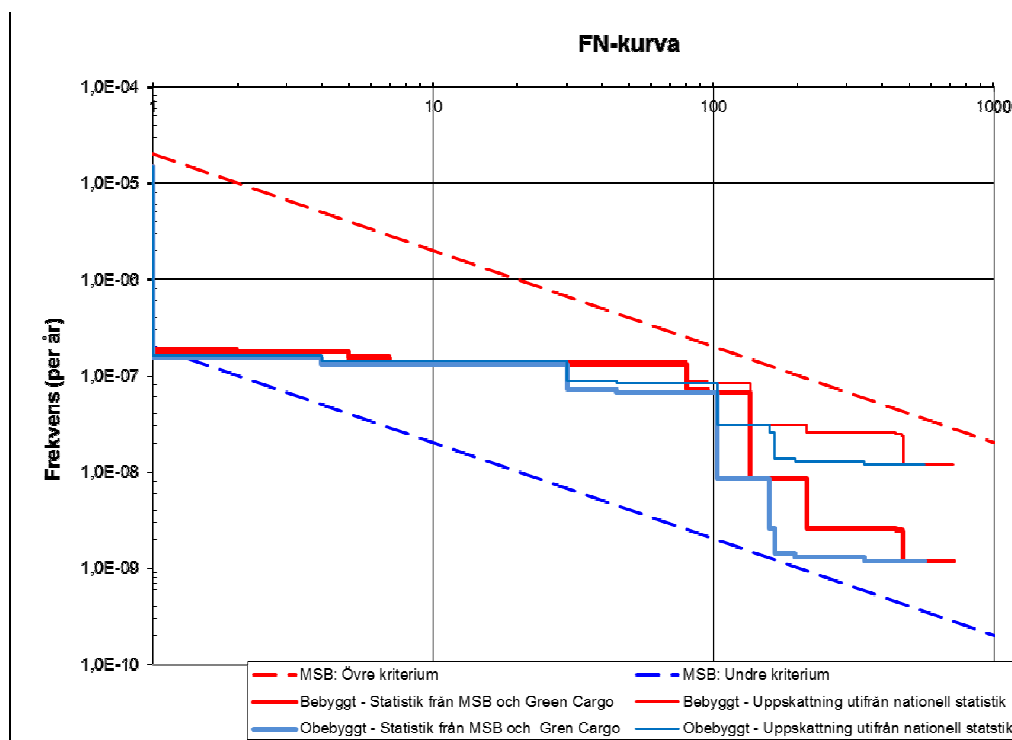
Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Nynäsbanan i höjd med planområdet del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i Trängsund. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

## 5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk har beräknats för en sträcka av 200 meter av Nynäsbanan (d.v.s. sträckan som angränsar mot planområdet) och till ett avstånd av ca 150 meter från respektive sida av järnvägen. Samhällsrisk har beräknats dels för ett nollalternativ (befintligt utförande av planområdet) och dels för det planerade utbyggnadsalternativet. Samhällsrisk redovisas för år prognosåret år 2030. Resultatet redovisas i figur 5.3.

Använda acceptanskriterier har justerats med hänsyn till att den studerade sträckan är mindre än 1 kilometer. Även avseende samhällsrisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

- Främst gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Nynäsbanan. Persontätheten varierar över dygnet. Dessa antaganden redovisas i Bilaga B och påverkar konsekvensberäkningarna.
- En olycka har antagits ske mitt för det aktuella planområdet.
- Olycksfrekvensen uppskattas vara jämnt fördelad över dygnet. 50 % av transporterarna bedöms ske dagtid, övriga 50 % bedöms ske nattetid.



Figur 5.3. FN-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse respektive befintliga förutsättningar inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. och och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

### 5.3 Värdering av risk

De risker som bedömts kvantitativt i ovanstående avsnitt kommer att jämföras med förslag på riskkriterier som MSB har tagit fram och redovisar i *Värdering av risk /15/*, se tabell 5.2. I Stockholms län används dessa kriterier för acceptans av risk.

Tabell 5.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	$10^{-5}$	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	$10^{-7}$	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Riskkriterierna redovisas även i figur 5.1-5.3. Acceptanskriterierna i tabell 5.2 ovan avseende samhällsrisk gäller för en väg-/järnvägssträcka av 1 km. I figur 5.3 har kriterierna justerats med avseende på att den studerade järnvägssträckan endast är 200 meter.

I bilaga D redovisas ett mer utförligt resonemang avseende värdering av risk.

#### 5.3.1 Individrisk

Med avseende på individrisk bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods på Nynäsbanan var acceptabla **inomhus** under förutsättning att avståndet mellan järnvägsspår och byggnad inte understiger 30 meter. Bebyggelse närmare järnvägen

innebär att risknivån hamnar inom ALARP-området, vilket innebär att riskreducerande åtgärder behöver undersökas, se vidare avsnitt 6.

**Utomhus** hamnar risknivån inom ALARP-området inom ca 30 meter från järnvägen. Eftersom det inte planeras verksamhet som förväntas uppmuntra till stadigvarande vistelse inom dessa ytor värderas individrisken för obebyggda delar av planområdet vara acceptabel utan att riskreducerande åtgärder vidtas.

### 5.3.2 Samhällsrisk

Med avseende på samhällsrisk bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods ligga inom ALARP-området för olyckor med både enstaka och ett stort antal omkomna. Då risknivån hamnar inom ALARP-området ska möjliga åtgärder undersökas, 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:

- ***Schablonmodeller har använts vid frekvensberäkningar***  
Frekvensberäkningarna utgår från modell framtagen av Trafikverket (tidigare Banverket) som baseras på olyckskvoter och statistik. Sannolikheten för bl.a. utsläpp och antändning av utsläpp m.m. utgör genomsnittliga värden baserade på statistik. Eventuellt kan det finnas faktorer förknippade med gällande förutsättningar utmed den aktuella järnvägssträckan som innebär att sannolikheten för utsläpp är högre än genomsnittet, t.ex. nivåskillnaden. Det kan dock även finnas faktorer som innebär en lägre sannolikhet för utsläpp, t.ex. att tågen håller en lägre hastighet än genomsnittet till följd av närheten till Trångsunds pendeltågsstation. För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs i avsnitt 5.4.1 en känslighetsanalys som bl.a. studerar förändrade förutsättningar avseende sannolikhet för utsläpp m.m.
- ***Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods***  
Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter, både vad gäller antalet transporter och vilka ämnen som transporteras. För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs i avsnitt 5.1 en känslighetsanalys avseende förändrat transportantal.
- ***Val av olycksscenarioer***  
Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet för de studerade skadescenarierna. De scenarier som studeras behöver inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. På samma sätt antas en olycka inträffa där den gör som mest skada. Detta är ett konservativt antagande. Ett antal antaganden har gjorts avseende detta vid beräkning av samhällsrisk.

- **Persontätheter**

Ett antal antaganden görs avseende persontätheter, både vad gäller fördelning över dygnet och antal personer i olika verksamheter.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. 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

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i antalet transporter av farligt gods som passerar på Nynäsbanan. Dessa osäkerheter har föranlett en känslighetsanalys som beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass och som dessutom beaktar skadescenarier till följd av att andra ämnen kan förekomma i större omfattning än vad de studerade kartläggningarna anger. Känslighetsanalysen omfattar frekvens- och konsekvensberäkningar (bilaga A och B) samt beräkning av individrisken och samhällsrisk (bilaga C) på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

Känslighetsanalysen beaktar följande faktorer:

- **Förändrat transportantal**

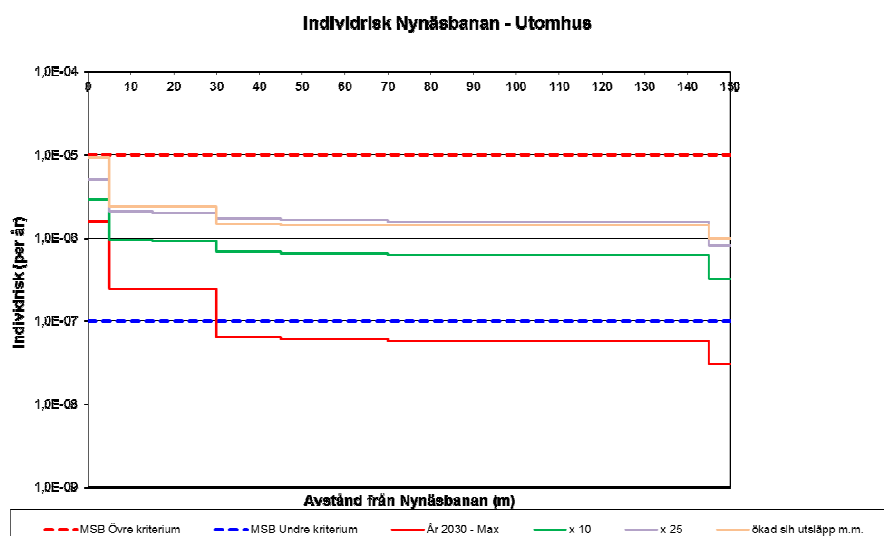
Det uppskattade antalet transporter har antagits öka med en faktor 10 respektive en faktor 25 i förhållande till de uppskattade transportmängderna år 2030 (d.v.s. brännbara gaser och vätskor på Nynäsbanan när Norviks godshamn är igång).

- **Ökad sannolikhet för utsläpp mm**

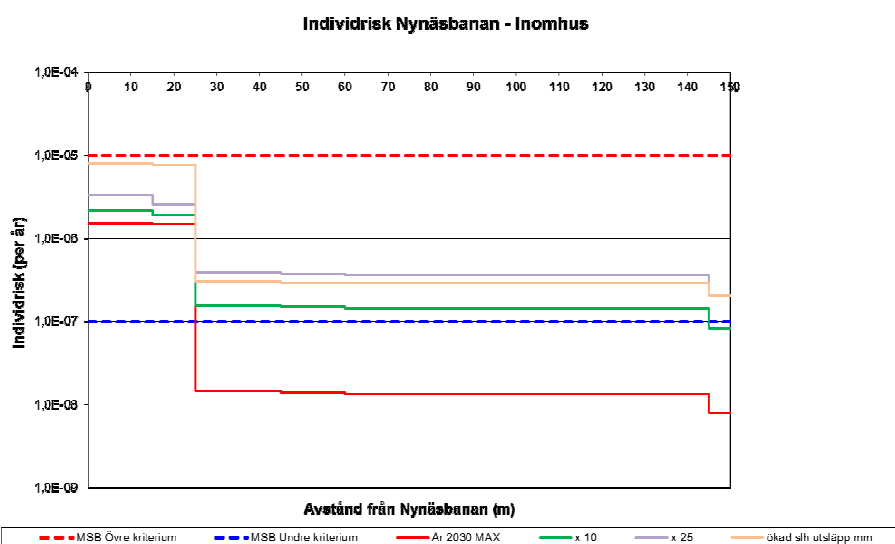
Denna del av känslighetsanalysen syftar till att studera hur risknivån påverkas av förändrade förutsättningar avseende sannolikheten för utsläpp och efterföljande olycksscenarier givet en olycka utmed den aktuella järnvägssträckan.

#### Individrisk

Underlag för beräkning av individrisknivån redovisas i bilaga C. I figur 5.4 och 5.5 nedan redovisas individrisken för oskyddade personer utomhus respektive personer inomhus med avseende på de nya förutsättningar som har förutsatts i känslighetsanalysen.



Figur 5.4. *Känslighetsanalys – Individrisk utomhus.*  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

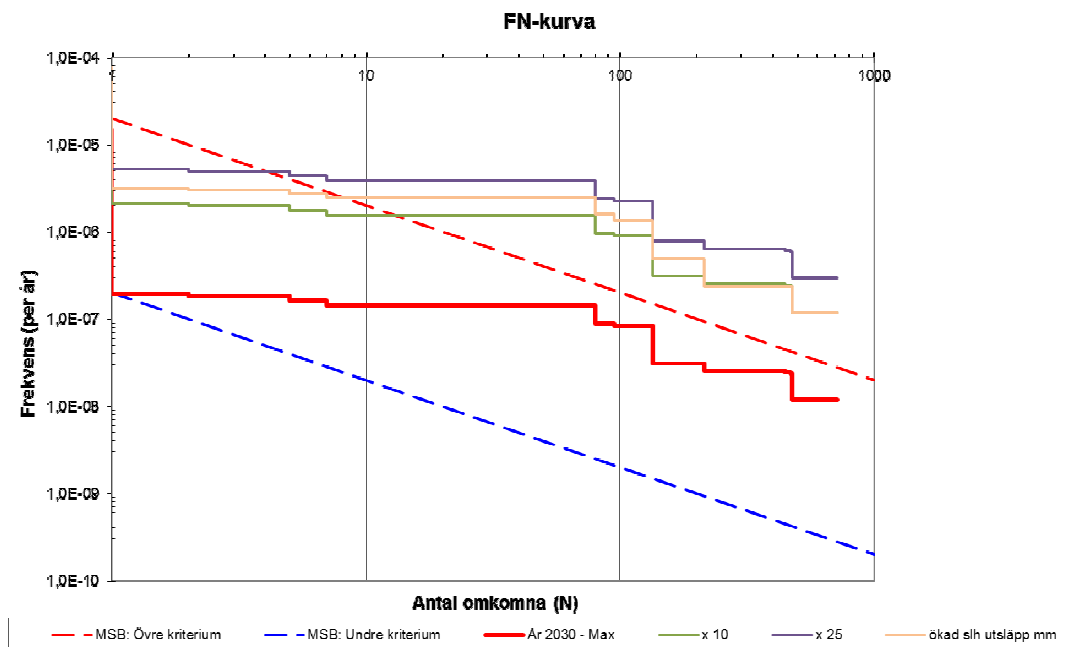


Figur 5.5 *Känslighetsanalys – Individrisk inomhus.*  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Känslighetsanalysen visar att ett ökat transportantal innebär att individrisknivån påverkas relativt mycket och att risknivån både utomhus och inomhus kan hamna inom ALARP-området. Detsamma gäller om förutsättningarna avseende sannolikhet för utsläpp m.m. skulle skilja sig markant utmed den aktuella sträckan i förhållande till genomsnittliga förutsättningar. Individrisknivån hamnar däremot aldrig, varken utomhus eller inomhus, på en oacceptabelt hög nivå. Inom majoriteten av planområdet hamnar individrisken inom den nedre hälften av ALARP-området.

## Samhällsrisk

Motsvarande bedömning av planområdets samhällsrisk har även gjorts för det antal transporter som har förutsatts i känslighetsanalysen vilket presenteras i figur 5.6.



Figur 5.6. *Känslighetsanalys – Samhällsrisk.*  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Med avseende på samhällsrisk visar känslighetsanalysen att en ökning av antalet farligt godstransporter kan innebära en oacceptabelt hög risknivå. Detsamma gäller om förutsättningarna avseende sannolikhet för utsläpp m.m. skulle skilja sig markant utmed den aktuella sträckan i förhållande till genomsnittliga förutsättningar.

### Värdering av risk:

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms det ej vara rimligt att, med hänsyn till känslighetsanalysen, ställa ytterligare krav på riskreducerande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.3).



## 6 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

### 6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms risknivån (inklusive hänsyn till känslighetsanalysen) för det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån som de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i jämförelse med deras riskreducerande effekt.

I bilaga D redovisas en utförlig diskussion avseende rimlighet av att genomföra vissa åtgärder.

### 6.2 Diskussion

#### 6.2.1 Fördjupad studie av individrisk och samhällsrisk

För att kunna identifiera lämpliga åtgärder till den nya bebyggelsen genomförs en fördjupad studie av de beräknade risknivåerna (individrisk och samhällsrisk) för att avgöra vilka olycksrisker som innebär störst bidrag till den sammanlagda riskbilden. Den fördjupade studien av samhällsrisk kommer bl.a. beakta hur den nya bebyggelsen bedöms påverka risknivån i förhållande till befintliga förhållanden:

- Med avseende på **individrisk** bedöms det vara olycksriskerna brand i godståg samt olycka med brandfarliga vätskor som innebär störst bidrag till risknivån inom planområdet, vilket främst beror på de förhållandevis höga olycksfrekvenserna. Individrisken inomhus är låg eftersom avståndet mellan järnväg och planerade byggnader överstiger skadeavståndet för brandspridning till byggnader vid dessa olycksrisker.

Känslighetsanalysen visar att individrisken utomhus är relativt känslig för förändringar i antalet farligt godstransporter, medan risknivån inomhus är okänslig för sådana förändringar. Även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter på Nynäsbanan (en ökning med en faktor 25 i förhållande till uppskattade transportmängder år 2030 skulle motsvara mer än 100 % av den totala mängden farligt gods på svenska järnvägar år 2011) bedöms dock individrisken inomhus endast hamna inom den nedre halvan av ALARP-området.

- Med avseende på **samhällsrisk** är det olycksriskerna brand i godståg och olycka med brandfarliga vätskor som orsakar att risknivån för enstaka omkomna hamnar inom ALARP. Med hänsyn till det studerade området bedöms dock bidraget till risknivån förknippad med dessa olycksrisker inte påverkas av den planerade nya bebyggelsen inom det aktuella planområdet, se figur 5.3. Enligt konsekvensberäkningarna innebär olycksriskerna inga konsekvenser inom de nya byggnaderna. Inom planområdet är det endast personer utomhus som riskerar att förolyckas. Nyttjandet av området mellan järnvägen och de nya byggnaderna i område 1 (del av Bonden 1) kommer att vara oförändrat (parkeringsytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse). Riskbidraget för dessa olycksrisker kommer därför att vara

oförändrat vid ny bebyggelse enligt föreslagen situationsplan.

Enligt tidigare beaktar beräkningen av samhällsriskerna inte enbart det aktuella planområdet utan även kringliggande befintlig bebyggelse (det studerade området har 150 meters radie kring olycksplatsen). Bidraget till samhällsriskerna för olycksrisker med stora konsekvenser (> 10 omkomna), d.v.s. större olyckor med explosiva ämnen, brännbara och giftiga gaser respektive oxiderande ämnen bedöms till stor del bero på befintlig bebyggelse i kringliggande områden. Enligt figur 5.3 så bedöms risker förknippade med transporter av farligt gods ligga inom ALARP-området även för nollalternativet (befintligt utförande av planområdet). Utifrån figur 5.3 kan det utläsas att den nya bebyggelsen inom planområdet medför en relativt begränsad ökning av samhällsriskerna i förhållande till befintliga förutsättningar. Dessutom bedöms en relativt stor del av riskbidraget för de aktuella skadescenarierna bero på ny bebyggelse inom planområdet som uppfyller länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (mindre än 40 % av den nya bebyggelsen ligger närmare än 50 meter från järnvägen).

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms åtgärder som reducerar konsekvenserna av olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska samt tågbrand för ny bebyggelse inom planområdet som inte uppfyller länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd ge en begränsad reduktion av den sammanlagda risknivån i förhållande till befintliga förutsättningar. Se vidare avsnitt 6.2.2.

Känslighetsanalysen visar att samhällsriskerna är relativt känsliga för förändringar i antalet farligt godstransporter Nynäsbanan. Risknivån är dock även här främst beroende av befintlig bebyggelse.

## 6.2.2 Diskussion kring åtgärder

**Placering av verksamheter:** Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se tabell 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

Föreslagen situationsplan innebär att ny bostadsbebyggelse uppfyller länsstyrelsens rekommenderade bebyggelsefria område på 25 meter från Nynäsbanan. Detta, tillsammans med nivåskillnaden mellan ny bebyggelse och järnvägen, bedöms vara mycket positivt ur risksynpunkt. Avståndet och nivåskillnaden skyddar mot urspårning och reducerar risken för brandspridning till byggnader, vilket innebär ett naturligt skydd mot en stor majoritet av olycksriskerna förknippade med järnvägen.

Inom 25 meter från järnvägen planeras parkeringsgarage och carport. Detta är verksamheter som normalt kan godtas en något högre risknivå eftersom det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

För att acceptera föreslagen bebyggelsestruktur med bostadshus närmare än 50 meter respektive bebyggelse som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse närmare än 25 meter från järnväg rekommenderas att kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas (se nedan).

För att tillgodose föreslagen bebyggelsestruktur och att avståndet mellan järnväg och ny bostadsbebyggelse motsvarar föreslagen situationsplan behöver detta anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

**Utformning av obebyggda ytor:** Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Inom planområdet gäller detta framförallt för området mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse inom område 1. Detta område bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Föreslagen utformning med parkeringsytor uppfyller rekommendationen. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare 6.3.

**Planlösning, användningssätt m.m.:** Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till Nynäsbanan behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på järnvägen.

Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från Nynäsbanan. 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.

Observera att utrymning via fönster eller balkong med räddningstjänstens stegutrustning normalt inte uppfyller syftet med åtgärdsförslag. Om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart en utrymningsväg, som utgörs av trapphus som vetter mot järnvägen ska fasader mot järnvägen utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 3 kW/m<sup>2</sup> vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor på järnvägen. Att den ordinarie utrymningsvägen mynnar mot riskkällan är acceptabelt under förutsättning att trapphuset utförs genomgående och medger utrymning både mot och bort från riskkällan. (Det bör observeras att detta rör sig om detaljprojektering som inte bör anges som krav i själva detaljplanen utan kan istället härledas till övriga lagkrav enligt **Plan- och bygglagen (2010:900)** avseende säker utrymning. Det kan dock vara lämpligt att redovisa en beskrivning om genomgående trapphus i exempelvis planbeskrivningen.)

Åtgärderna bör åtminstone vidtas för byggnader inom 50 meter från järnvägen (rekommenderat skyddsavstånd enligt Länsstyrelsen). Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare 6.3.

**Kompletterade byggnadstekniska åtgärder:** Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelsestruktur inom planområdet att länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd mellan järnväg och bostadsbebyggelse underskrids. För att acceptera detta behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder utifrån respektive olycksrisk:

#### ***Skydd mot brand:***

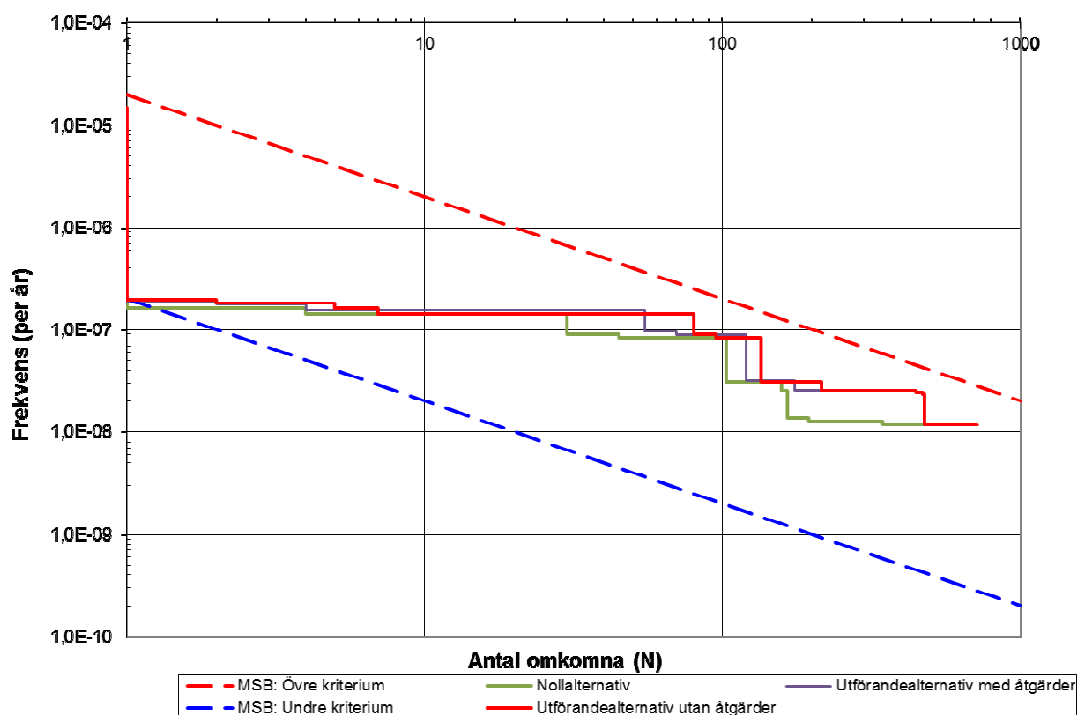
Riskbidraget från brandscenarier (olycka med brännbar gas, olycka med brandfarlig vätska och tågbrand) kan reduceras dels genom att skydda obebyggda ytor där personer vistas och dels genom att begränsa sannolikheten för att branden sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma. Fasader som vetter mot riskkällan kan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. 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 glas alternativt härdade och/eller laminerade glas som klarar uppvärmning. Fasadåtgärder kan ersättas med eller kombineras med avskärmade skyddsbarriärer som begränsar värmestrålningen mot byggnaden vid en olycka på järnvägen. En skyddsbarriär skyddar även personer som vistas utomhus.

I sitt samrådsyttrande för detaljplanen rekommenderar länsstyrelsen att detaljplanen kompletteras med planbestämmelser avseende byggnadstekniska åtgärder som syftar till att förhindra brandspridning in i bl.a. bostäder vid en olycka med brandfarlig vätska eller gas /16/. Åtgärderna innebär en likvärdig, eller till och med lägre, risknivå inom det studerade området än vad länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd skulle innebära. Det föreslås att åtgärderna anges som krav i detaljplan eller planbeskrivning, se vidare 6.3.

I figur 6.1 redovisas samhällsriskerna för år 2030 för nollalternativet samt för utförandealternativet med respektive utan byggnadstekniska åtgärder som skyddar mot brand. Samhällsriskerna redovisas endast för de högsta olycksfrekvenserna för respektive skadescenario.



Figur 6.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse respektive befintliga förutsättningar inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan. Nollalternativ samt Utförandealternativ med respektive utan åtgärder mot brännbara gaser. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

*Kommentar: De byggnadstekniska åtgärder som förutsätts i figur 6.1 syftar till att begränsa spridning av brand in i byggnader under den tid det tar att utrymma byggnaden. Åtgärderna gäller för de delar av bebyggelsen som inte uppfyller länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd.*

*Det föreslås att åtgärderna utförs så att risken för brandspridning in i bostadsbebyggelse begränsas under åtminstone 30 minuter. För utförandealternativet med byggnadstekniska åtgärder har följande förutsättningar antagits:*

- *För parkeringsgarage och carport utförs fasader i obrännbart material inom 20 meter från Nynäsbanan (mätt från närmaste spårmit).*
- *Plank utmed järnvägen utförs i obrännbart material.*
- *Inom område 1 utförs bostadshusens fasader som vetter direkt mot järnvägen i obrännbart material. Fönster utförs med glas i lägst brandteknisk klass EW 30. Observera att aktuella fönster inte får vara öppningsbara annat än med nyckel för rengöring och underhåll för att upprätthålla den brandavskiljande effekten.*

*Den brandtekniska beteckningen EW innebär att byggnadsdelen ska vara dels brandtät (E) och dels strålningsreducerande (W). Beteckningen W innebär att byggnadsdelen inte ska släppa igenom en genomsnittlig värmestrålning som överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> mätt 1 meter innanför byggnadsdelen. Ett EW-glas reducerar den infallande värmestrålningen med ca 95 %. Föreslagen utformning reducerar den infallande värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för antändning av bl.a. lättantändligt material. Ett EW-glas, har dessutom förstärkt infästning och reducerar sannolikheten för att fönstret går sönder p.g.a. infallande tryck vid gasmolnsexplosion. Utformningen begränsar därmed risken för brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma.*

*De föreslagna åtgärderna bedöms eliminera riskbidraget med avseende på påverkan på ny bostadsbebyggelse inom område 1. Åtgärderna har dock begränsad reducerande effekt för personer som vistas utomhus samt bebyggelse inom område 2 och övrig kringliggande bebyggelse utanför planområdet.*

*Den riskreducerande effekten av de föreslagna åtgärderna bedöms utifrån figur 6.1 vara relativt begränsad. Åtgärderna har ingen reducerande effekt avseende olycka med brandfarlig vätska eller tågbrand, eftersom dessa skadescenarier endast påverkar obebyggda ytor. Observera att scenarierna inte medför konsekvenser inom planerad bostadsbebyggelse varken med eller utan föreslagna åtgärder. Konsekvenserna reduceras genom skyddsavstånd, nivåskillnad, restriktioner kring markanvändning samt placering och utformning av utrymningsvägar. Åtgärderna har viss effekt avseende olycka med brännbar gas. De föreslagna åtgärderna bedöms ge en likvärdig, eller högre, effekt på den sammanvägda samhällsrisknivån än vad länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd skulle innebära.*

***Skydd mot gasspridning:***

För att reducera risken för spridning av gaser in i byggnader rekommenderas att ventilationstekniska åtgärder vidtas. Åtgärderna föreslås innebära att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på Nynäsbanan.

Dessa åtgärder kan också reducera spridning av brandgaser samt giftiga gaser. Åtgärderna bör åtminstone vidtas för byggnader inom 50 meter från järnvägen (rekommenderat skyddsavstånd enligt Länsstyrelsen). Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan eller planbeskrivning, se vidare 6.3.

***Skydd mot explosion:***

För att kunna minska konsekvenserna av en olycka med explosiva ämnen och olycka med oxiderande ämnen eller organiska peroxider skulle det krävas mycket omfattande och kostsamma åtgärder på byggnadens stomme och fasad. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på stommens seghet och deformationsförmåga samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen. Åtgärden innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Enligt riskanalysen har olyckor med explosiva ämnen respektive oxiderande ämnen och organiska peroxider en begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Sannolikheten för en större explosion bedöms vara extremt låg, vilket dels beror på mycket begränsade transportmängder av explosiva ämnen på och dels de hårda regler som gäller för transporter av dessa ämnen.

Med hänsyn till den mycket låga, om ens befintliga, påverkan som dessa olycksrisker har på risknivån inom planområdet bedöms det inte vara rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner.



### 6.3 Förslag till riskreducerande åtgärder

Vid ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* i Trångsund rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Avståndet mellan Nynäsbanan och ny bostadsbebyggelse ska ej understiga 30 meter. Inom 50 meter från Nynäsbanan ska bostadshus utan framförliggande bebyggelse utföras med:
  - o friskluftsintag placerade bort från Nynäsbanan mot skyddad sida
  - o utrymningsvägar placerade och utformade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Nynäsbanan
  - o fasader (inkl. fönster) som förhindrar brandspridning in i byggnad vid brand på järnvägen.
- Obebyggda områden mellan Nynäsbanan och ny bebyggelse ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Plank utmed järnvägen utförs i obrännbart material.
- Avståndet mellan Nynäsbanan och nytt parkeringsgarage samt carport ska ej understiga 10 meter. Inom 20 meter från Nynäsbanan ska fasader som vetter mot järnvägen på parkeringsgarage och carport utföras i obrännbart material för att begränsa risken för brandspridning vid brand på järnvägen.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen alternativt som krav i planbestämmelsen. De åtgärder som man beslutar om 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. Det rekommenderas att det framgår i detaljplanen (exempelvis i planbeskrivningen) att alternativa utformningar accepteras om det kan verifieras att dessa ger motsvarande skydd som ovanstående åtgärder.

Funktionskravet på åtgärdsförslaget som syftar till att förhindra brandspridning in i bostadshus vid brand på järnvägen kan exempelvis uppfyllas genom att fasader som vetter direkt mot järnvägen inom område 1 utförs med obrännbart material. Fönster i dessa fasader utförs i lägst brandteknisk klass EW 30. Aktuella fönster får ej vara öppningsbara annat än med nyckel för rengöring och underhåll. Observera att det kan finnas alternativa utformningar som ger motsvarande riskreducerande effekt som detta exempel åtgärder.



### 6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp på Nynäsbanan genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större brand på Nynäsbanan (t.ex. brand i godståg, olycka med brandfarliga vätskor samt brännbara gaser) genom skyddsavstånd och byggnadstekniska åtgärder som förhindrar brandspridning in i byggnader närmast Nynäsbanan.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Nynäsbanan genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från järnvägen.

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

## 7 SLUTSATS

Det aktuella planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* ligger i ett relativt utsatt läge med hänsyn till olycksrisker förknippade med tågtrafiken på Nynäsbanan (inkl. transporter av farligt gods). På Nynäsbanan förekommer idag framförallt persontågstrafik, men en planerad godshamn i Norvik i Nynäshamns kommun innebär en ökning av godstrafiken på järnvägen, inkl. transporter av farligt gods. Av de farligt godsklasser som kan påverka risknivån inom planområdet är det främst transporter av brännbara gaser (klass 2.1) och brandfarliga vätskor (klass 3) som bedöms förekomma på Nynäsbanan.

Nivåskillnaden mellan järnvägen och planområdet innebär att urspårningsrisken är mycket låg. Den planerade bebyggelsen inom planområdet innebär att risknivån förknippad med brand i godståg samt transporter av farligt gods på Nynäsbanan är förhöjd och på en sådan nivå att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid ny bebyggelse. Behovet av åtgärder behöver dock diskuteras ur ett kostnads-/nyttoperspektiv.

Vid ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* behöver riskreducerande åtgärder vidtas, se avsnitt 6.3. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen alternativt krav i planbeskrivningen för området.

## 8 REFERENSER

---

- /1/ Samrådshandlingar (plankarta och planbeskrivning m.m.) för Del av Bonden 1 samt del av Hammartorp 1:1 m.fl. inom Trångsunds kommun, Huddinge kommun, Miljö- och samhällsbyggnadsförvaltningen, maj 2012
- /2/ Detaljplan för del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl., Huddinge kommun – Yttrande Utställning från Södertörns Brandförsvarsförbund (Dnr 2012-24), daterat 2014-11-25
- /3/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /4/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012
- /5/ Powerpointpresentation av Nynäsbanan, Trafikverket 2012-06-19, finns att hämta på [www.trafikverket.se/](http://www.trafikverket.se/)
- /6/ Detaljplan för del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl., Huddinge kommun – Samrådsredogörelse, Huddinge kommun, daterad 2014-05-26
- /7/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplaning, 2007-01-31
- /8/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7
- /9/ Flödet av farligt gods på järnväg, en översiktlig kartering i GIS-miljö, Räddningsverket 1996 ([www.msb.se](http://www.msb.se))
- /10/ Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Räddningsverket 2007, ([www.msb.se](http://www.msb.se))
- /11/ RID-transporter utförda av Green Cargo, Älvsjö- Jordbro, mars-maj 2005
- /12/ Statistikrapporter från Trafikanalys, Bantrafik 2009-2013 (Rapportnr 2010:21, Rapportnr 2011:24, Rapportnr 2012:22, Rapportnr 2013:28, Rapportnr 2014:15)
- /13/ Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan inom Kalvö 1:22 och 1:12, LNG-terminal i Nynäshamns kommun, Sweco Viak, Antagandehandling mars 2008
- /14/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001
- /15/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997
- /16/ Förslag till detaljplan för del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl., Huddinge kommun – Samrådsyttrande (4021-12931-2014) Länsstyrelsen i Stockholm, daterat 2014-07-10

**Del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i  
Trångsund, Huddinge kommun**

**Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan**

**BILAGA A**

FREKVENSBERÄKNINGAR

## A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* i Trångsund.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med den angränsande järnvägen:

- Brand i godståg
- Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne eller organiska peroxider (klass 5)

*I enlighet med slutsatsen av den inledande riskanalysen så omfattar den fördjupade analysen inte olycksrisken urspårning. Med hänsyn till detta beaktas inte pendeltågstrafiken i de fortsatta frekvensberäkningarna.*

## A.2 INDATA

### A.2.1 Nynäsbanan

Planområdet angränsar mot Nynäsbanan utmed ca 200 meter. Den aktuella järnvägssträckan är rak och består av två spår (utan växlar) med genomgående tågtrafik. Strax väster om planområdet ligger Trångsunds pendeltågstation.

Tillåten maxhastighet på spåren är 140 km/h för pendeltåg och 100 km/h för godståg. Hastigheten för pendeltåg är troligtvis lägre med hänsyn till den närliggande stationen.

#### A.2.1.1 Tågtrafik allmänt

På den aktuella järnvägssträckan går huvudsakligen pendeltåg. Det förekommer idag endast enstaka godståg.

Totalt passerar ca 140-145 tåg per vardagsmedeldygn /1/. I de fortsatta beräkningarna antas det gå 5 godståg per dygn på den aktuella sträckan. Med en genomsnittlig tåglängd på ca 30 godsvagnar /2/ motsvarar detta ca 54750 godsvagnar per år.

---

/1/ Powerpointpresentation av Nynäsbanan, Trafikverket 2012-06-19, finns att hämta på [www.trafikverket.se/](http://www.trafikverket.se/)

Enligt uppgifter från Trafikverket /3/ så är basprognosen år 2030 för Nynäsbanan 264 persontåg per dygn. För godstrafiken anger basprognosen för år 2030 6 godståg per dygn. Med en genomsnittlig tåglängd på ca 30 godsvagnar motsvarar detta ca 54750 godsvagnar per år.

Stockholms Hamnar planerar en ny hamn för godsartyg i Norvik i Nynäshamns kommun. Godset kommer att transporteras till och från hamnen på både väg (väg 73) och järnväg (Nynäsbanan). Fullt utbyggd beräknas hamnen kunna hantera ca 300 000 containers per år samt en genomströmning av 200 000 fordon med rullande gods (Roll on-Roll off) /4/. Enligt en miljöriskanalys som har upprättats i samband med planarbetet för hamnen /5/ uppskattas hamnen medföra ca 55 000 godsvagnar på Nynäsbanan varje år. Enligt uppgifter från Trafikverket bör hänsyn tas till att utbyggnaden av Norvik kan innebära 12 godståg per dygn på den aktuella järnvägssträckan /3/.

### A.2.1.2 Transporter av farligt gods

Det förekommer transporter av farligt gods på Nynäsbanan. Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger viss information om vad som har transporterats/transporteras:

- Under perioden september-november 1996 respektive under september 2006 utförde MSB (tidigare Räddningsverket) mätningar av mängden farligt gods som transporterades på Sveriges järnvägar, däribland Nynäsbanan /6, 7/.
- Green Cargo utgör en av de större transportörerna av gods på Sveriges järnvägar. De står för ca 95 % av godstransporterna genom Stockholm. Statistik har erhållits från Green Cargo för mängden farligt gods på sträckan Älvsjö-Jordbro under en tremånadersperiod år 2005 /8/.

---

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

/3/ Detaljplan för del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl., Huddinge kommun – Samrådsredogörelse, Huddinge kommun, daterad 2014-05-26

/4/ Stockholms Hamnars hemsida – Kortfakta om Stockholm Norvik, [www.stockholmshamnar.se](http://www.stockholmshamnar.se), Uppgifter hämtade 2013-04-11

/5/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplanning, 2007-01-31

/6/ Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods i Sverige–1996, Räddningsverket, 1996 (finns att hämta på [www.msb.se](http://www.msb.se))

/7/ Kartläggning av järnvägstransporter med farligt gods – september 2006, Räddningsverket, 2007 (finns att hämta på [www.msb.se](http://www.msb.se))

/8/ Antal vagnar med farligt gods på sträckan Älvsjö – Jordbro under perioden mars-maj 2005, Green Cargo, 2005



- Trafikanalys upprättar årliga statistikrapporter över den totala godstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges järnvägar /9/. Enligt denna statistik har ca 4-5 % av den totala godsmängden varit farligt gods under den senaste femårsperioden.

Enligt ovan kommer den planerade nya hamnen för godsfartyg i Norvik att generera godstransporter på Nynäsbanan. Enligt den miljöriskanalys som har upprättats /5/ i samband med planarbetet för hamnen bedöms ca 2,5 % av det uppskattade antalet godsvagnar till och från hamnen rymma farligt gods. Detta motsvarar ca 1 280 vagnar med farligt gods per år.

Utifrån ovanstående underlag redovisas de uppskattade transportmängderna med farligt gods per år på den aktuella järnvägssträckan enligt respektive underlag, se tabell A.1. Statistiken från MSB respektive Green Cargo har omräknats till årsbasis för att underlätta jämförelse mellan underlagen. Omräkningen har utförts grovt genom ett antagande att fördelningen av transporter är jämn över året. Utifrån en uppskattad medelmängd per godsvagn omräknas mängderna även till antal godsvagnar.

I en separat kolumn redovisas det uppskattade antalet vagnar med farligt gods som en utbyggnad av Norviks hamn kan medföra.

Dessutom redovisas en grov uppskattning av antalet farligt godsvagnar som har gjorts utifrån den nationella statistiken från Trafikanalys som utgår från den totala godstrafiken på Nynäsbanan enligt trafikuppgifterna i avsnitt A.2.1.1 samt den genomsnittliga fördelningen mellan respektive farligt godsklass, se tabell A.2. Dagens trafiksiffror som redovisas i avsnitt A.2.1.1 skulle då motsvara totalt ca 2 425 godsvagnar med farligt gods per år. Motsvarande för prognosåret 2030 skulle vara ca 5 345 godsvagnar med farligt gods per år (inkl. tillkommande transporter till följd av utbyggnaden av Norviks hamn).

Tabell A.1. Uppskattade transportmängder farligt gods per år på aktuell del av Nynäsbanan enligt MSB respektive Green Cargo samt tillkommande transportmängd farligt gods prognosår 2030 (efter utbyggnad av Norviks hamn).

Klass	Transporterad mängd ( ton/år)			Mängd per vagn	Antal transporterade vagnar (/år)		
	2005	2006	Tillkommande vid utbyggnad av Norviks hamn		2005	2006	Tillkommande vid utbyggnad av Norviks hamn
1	0	0	0	-	0	0	0
2	1 656*	0-62 400*	3 220**	46	36*	0-1 357*	70**
3	7 296	0-104 400	21 660	57	128	0-1 831	380
4	0	0	2 000	50	0	0	40
5	0	0	2 700	30	0	0	90
6	0	0	1 800	20	0	0	90
7	0	0	0	-	0	0	0
8	0	0	8 250	25	0	0	330
9	0	0	7 000	25	0	0	280
<b>Totalt</b>	<b>8 952</b>	<b>0-166 800</b>	<b>46 630</b>		<b>164</b>	<b>0-3 188</b>	<b>1 280</b>

\* 100 % klass 2.1

\*\* 20 % klass 2.1; 60 % klass 2.2; 20 % klass 2.3 /5/

/9/ Statistikrapporter från Trafikanalys, Bantrafik 2009-2013 (Rapportnr 2010:21, Rapportnr 2011:24, Rapportnr 2012:22, Rapportnr 2013:28, Rapportnr 2014:15)

Tabell A.2. Uppskattning av antal godsvagnar med farligt gods per år på aktuell del av Nynäsbanan utifrån genomsnittlig nationell statistik från Trafikanalys.

Klass	Fördelning	Antal transporterade vagnar (/ år)	
		Idag	År 2030
1	0,01%	< 1	< 1
2	27,6%	670	1477
3	40,6%	984	2169
4	6,2%	151	332
5	12,9%	313	690
6	1,8%	45	99
7	0,0%	1	2
8	10,1%	245	539
9	0,7%	17	38
<b>Totalt</b>		<b>2425</b>	<b>5345</b>

### A.3 BERÄKNINGAR JÄRNVÄGSOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka med godståg på den aktuella järnvägssträckan utmed planområdet kv. Bonden 1 i Trångsund. Avsnittet behandlar först grundscenariot järnvägsolycka (urspårning m.m.), där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Banverkets rapport ”Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen” /10/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt A.2 avseende faktorerna:

- Antal spårkm – aktuell sträcka x antal spår
- Antal tågkm – aktuell sträcka x antal tåg
- Antal vagnaxelkm – aktuell sträcka x antal vagnar x antal vagnaxlar per vagn

#### A.3.1 Järnvägsolycka allmänt

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande sannolikheter för urspårning förknippade med olika typer av felfaktorer, vilka finns redovisade i Banverkets rapport /10/:

- |                |   |                    |                                       |
|----------------|---|--------------------|---------------------------------------|
| • Rälsbrott    | $5,0 \cdot 10^{-11}$ / vagnaxelkm   | • Lastförskjutning | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km godståg |
| • Solkurvor    | $1,0 \cdot 10^{-5}$ / spårkm  | • Annan orsak      | $5,7 \cdot 10^{-8}$ / tågkm           |
| • Spårlägesfel | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km   | • Okänd orsak      | $1,4 \cdot 10^{-7}$ / tågkm           |
| • Vagnfel      | $5,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km (persontåg)<br>$3,1 \cdot 10^{-9}$ / v.a.km (godståg) |                    |                                       |

/10/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt Banverkets rapport /10/ 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 ovanstående indata för respektive järnvägsspår och sammanställs i tabell A.3. Frekvensen beräknas för godståg på den aktuella sträckan av Nynäsbanan som angränsar mot planområdet (d.v.s. 200 m).

I de fortsatta beräkningarna antas att ett godståg består av i genomsnitt 30 vagnar, varav 11 stycken 4-axliga vagnar och 19 stycken 2-axliga vagnar (totalt 82 vagnaxlar per godståg).

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur /11/.

*Tabell A.3. Beräknad frekvens för järnvägsolycka med godståg till följd av felfaktorer förknippade med spårfel, tågfel eller övrigt.*

Orsak	Frekvens [per år]	
	IDAG	År 2030
Solkurvor	4,0E-06	4,0E-06
Rälsbrott	1,5E-06	4,0E-06
Spårålagessfel	1,2E-05	3,2E-05
Vagnfel	9,3E-05	2,5E-04
Lastförskjutning godståg	1,2E-05	3,2E-05
Annan orsak	2,1E-05	7,5E-05
Okänd orsak	5,1E-05	1,8E-04
<b>Total urspårningsfrekvens</b>	<b>1,9E-04</b>	<b>5,8E-04</b>
<b>Totalt antal urspårade vagnar</b>	<b>6,8E-04</b>	<b>2,0E-03</b>

### A.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 brandsorsak.

Enligt statistik från Trafikverket (tidigare Banverket) var frekvensen för brand i järnvägsfordon mellan 1997-2006 ca 0,6-1,6 per 10 miljoner tågakilometer /12/. Ett genomsnittligt godståg (i hela Sverige) antas enligt tidigare bestå av ca 30 vagnar, vilket innebär att brandfrekvensen motsvarar ca 1,9-5,0 per 1 000 miljoner vagnkilometer. Utifrån en jämförelse av olyckskvoten för tågbrand med den beräknade olyckskvoten för

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

/12/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006

järnvägsolycka med godståg (ca  $10^{-7}$  per vagnkm) uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av en järnvägsolycka vara ca 2-5 %.

Detta ger följande uppskattade frekvens för brand i godståg på den aktuella järnvägssträckan:

- Idag: 3,9E-06 – 9,7E-06 per år
- År 2030: 1,2E-05 – 2,9E-05 per år

### A.3.3 Järnvägsolycka med farligt gods

Utifrån den sammanlagda olycksfrekvensen som redovisas för godståg i tabell A.2 beräknas frekvensen för farligt godsolycka utifrån den andel av vagnarna som rymmer farligt gods. 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 A.3.1 spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur vid en urspårning. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas utifrån följande ekvation:

$$P_{\text{FaGo-vagn}} = 1 - (1-X)^{3,5}$$

Enligt tabell A.1 är det stora skillnader avseende mängderna farligt gods på den aktuella järnvägssträckan mellan de olika kartläggningarna. Uppgifterna från kartläggningarna skiljer sig även relativt mycket från den nationella statistiken, se tabell A.2. De fortsatta beräkningarna utgår från en mycket grov uppskattning av antalet farligt godstransporter på Nynäsbanan. Uppskattningen är konservativ och beräkningarna kommer att utgå från maximala transportmängder för respektive klass enligt tabell A.1 (d.v.s. kartläggningar från MSB och Green Cargo). Dessutom görs separata beräkningar som utgår från de uppskattade transportmängderna för respektive klass enligt tabell A.2 (d.v.s. det genomsnittliga nationella värdet enligt Trafikanalys).

I förhållande till dagens transportsiffror innebär ovanstående antagande att farligt godsvagnarna utgör mellan 4,4 % (Trafikanalys) och 5,8 % (sammanvägning av MSB och Green Cargo: 3188 fago-vagnar / 54750 godsvagnar) av det totala antalet godsvagnar på Nynäsbanan.

Den högre andelen antas även gälla för basprognosen år 2030. Med tillägg för trafiken från Norvik så kommer motsvarande andel för de prognostiserade transportsiffrorna år 2030 att vara 3,9 % (4468 fago-vagnar / 120700 godsvagnar). För beräkningarna enligt Trafikanalys så antas andelen vara 4,4 % för både basprognos och tillägg för Norvik.

I tabell A.4 och tabell A.5 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods **Idag** respektive **År 2030** utifrån de två grundförutsättningarna enligt ovan. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godsvagn är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet godsvagnar som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass.

Tabell A.4. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsclass på studerad sträcka av Nynäsbanan utifrån uppskattade maximala transportmängder enligt MSB respektive Green Cargo samt tillkommande transportmängder efter utbyggnad av Norviks hamn.

Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar (X).

Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]					
	IDAG			ÅR 2030		
	Antal transp.	Andel	Frekvens [per år]	Antal transp.	Andel	Frekvens [per år]
<b>Totalt</b>	<b>3188</b>	<b>5,8%</b>	<b>3,7E-05</b>	<b>4468</b>	<b>3,9%</b>	<b>7,6E-05</b>
klass 1	0	0%	0,0E+00	0	0%	0,0E+00
Klass 2.1	1357	43%	1,6E-05	1371	31%	2,3E-05
Klass 2.2	0	0%	0,0E+00	42	1%	7,1E-07
Klass 2.3	0	0%	0,0E+00	14	0%	2,4E-07
klass 3	1832	57%	2,1E-05	2212	49%	3,8E-05
klass 4	0	0%	0,0E+00	40	1%	6,8E-07
klass 5	0	0%	0,0E+00	90	2%	1,5E-06
klass 6	0	0%	0,0E+00	90	2%	1,5E-06
klass 7	0	0%	0,0E+00	0	0%	0,0E+00
klass 8	0	0%	0,0E+00	330	7%	5,6E-06
klass 9	0	0%	0,0E+00	280	6%	4,8E-06

Tabell A.5. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsclass på studerad sträcka av Nynäsbanan utifrån uppskattade transportmängder enligt genomsnittlig nationell statistik från Trafikanalys.

Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar (X).

Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]		
	Andel	Frekvens [per år]	
		IDAG	År 2030
<b>Totalt</b>	<b>4,4%</b>	<b>2,8E-05</b>	<b>8,5E-05</b>
klass 1	0,01%	2,0E-09	6,0E-09
Klass 2	27,6%	7,9E-06	2,3E-05
klass 3	40,6%	1,2E-05	3,4E-05
klass 4	6,2%	1,8E-06	5,3E-06
klass 5	12,9%	3,7E-06	1,1E-05
klass 6	1,8%	5,3E-07	1,6E-06
klass 7	0,0%	8,1E-09	2,4E-08
klass 8	10,1%	2,9E-06	8,6E-06
klass 9	0,7%	2,0E-07	6,0E-07

### A.3.3.1 Explosion vid transport av massexplosivt ämne

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 /13/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom

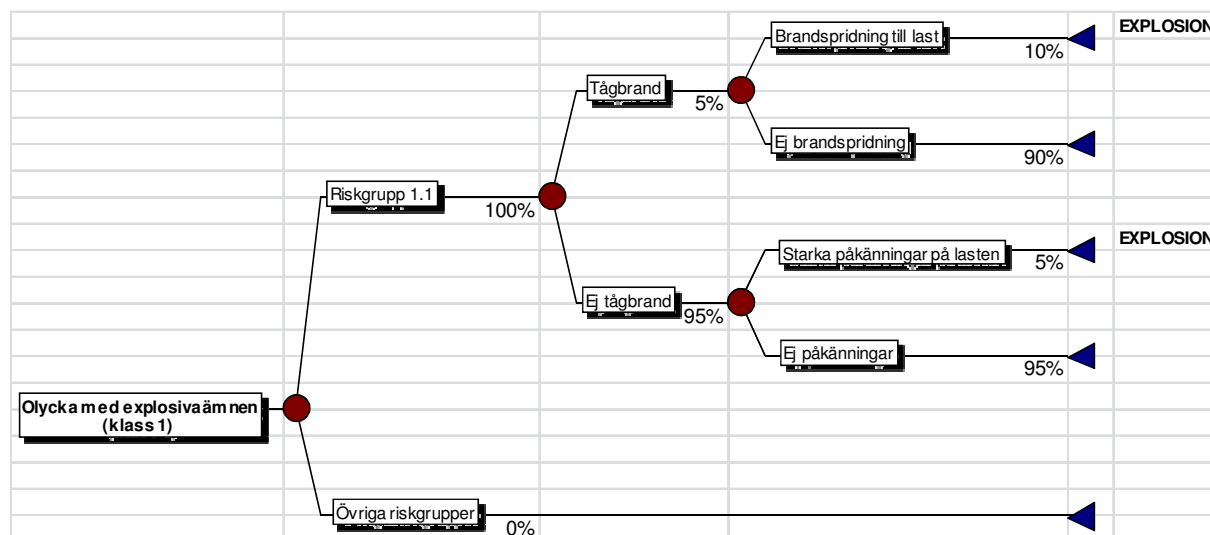
/13/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7

det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.

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 och utifrån detta bedöms det vara låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 5 % av fallen.

Enligt avsnitt A.3.2 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 2-5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S avseende transport av massexplosiva ämnen.

Figur A.1 visar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av massexplosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.



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

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för olika scenarier vid transport av klass 1.

Scenario	Frekvens [per år]			
	Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
Järnvägsolycka med explosivämne (klass 1)	0,0E+00	0,0E+00	2,0E-09	6,0E-09
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)				
- P.g.a. starka påkänningar	0,0E+00	0,0E+00	9,6E-11	2,9E-10
- P.g.a. tågbrand	0,0E+00	0,0E+00	1,0E-11	3,0E-11
- Totalt	0,0E+00	0,0E+00	1,1E-10	3,2E-10



### A.3.3.2 Utsläpp och antändning av brännbar gas

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 stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka antas för tjockväggiga vagnar till 1 % respektive 1 % /10/.

Vid olycka med brännbar gas kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck .
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där en tankvagn 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 /14/:

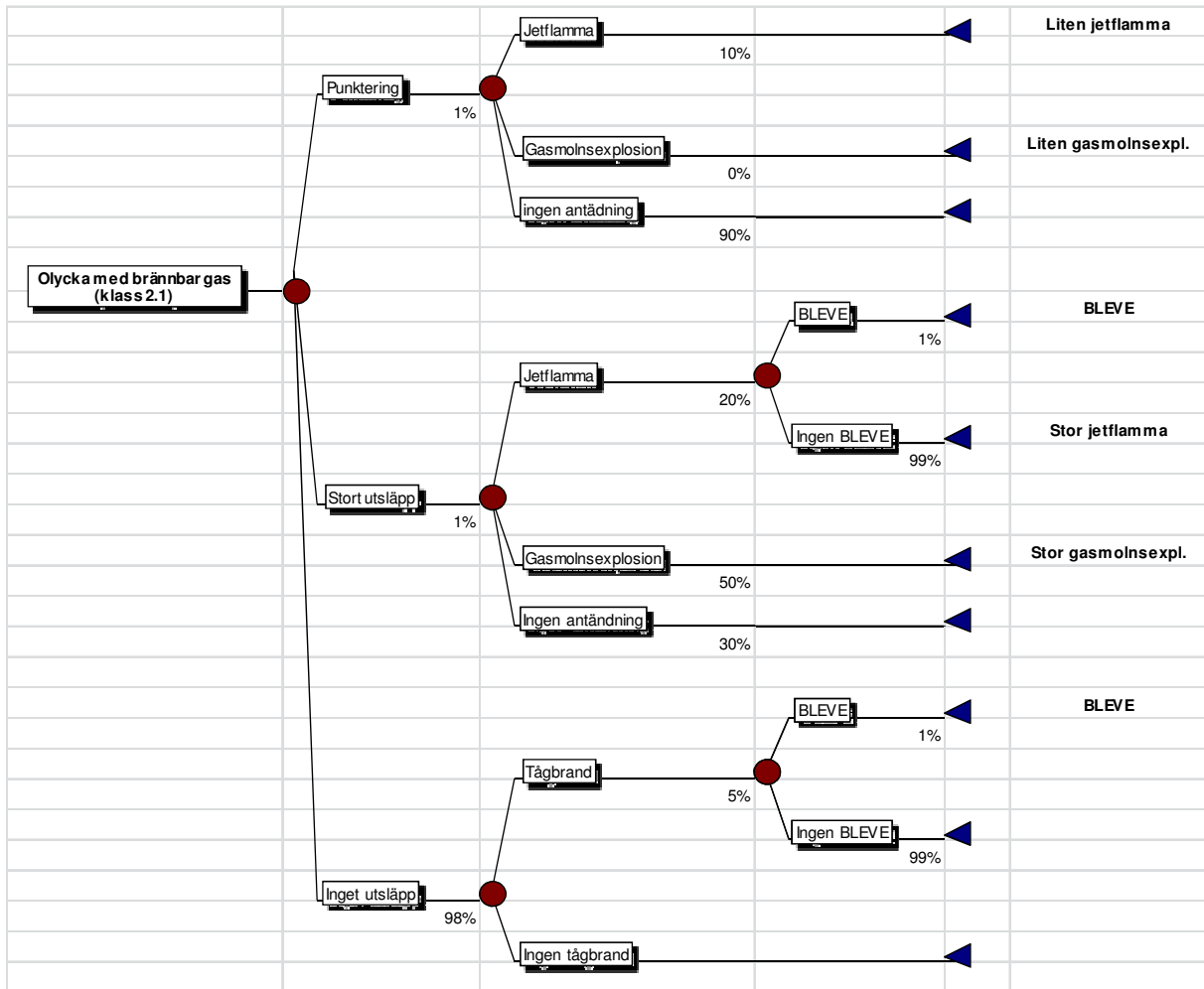
	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolyckan leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Sannolikheten för att förhållandena kring något av dessa scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 % för respektive scenario. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.7. Statistiken från Trafikanalys redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna i klass 2. För beräkningarna utifrån den genomsnittliga statistiken antas det grovt att brännbara gaser utgör ca 90 % av det totala antalet gastransporter.

---

/14/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.2. Händelseträäd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

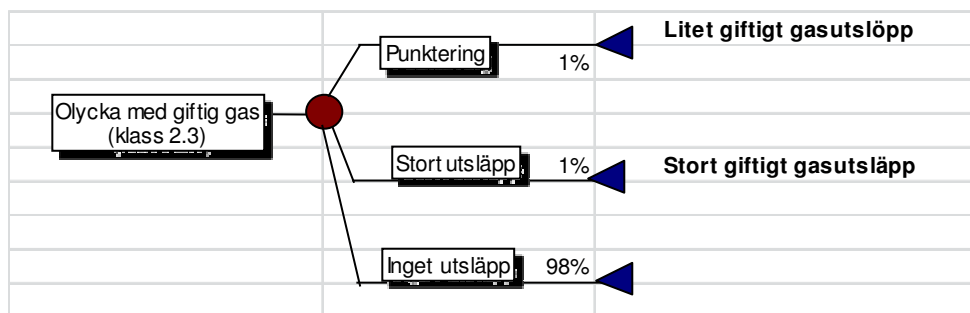
Tabell A.7. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brännbar gas (klass 2.1).

Scenario	Frekvens [per år]			
	Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskatning utifrån nationell statistik	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
<b>Järnvägsolycka med klass 2.1</b>	<b>1,6E-05</b>	<b>2,3E-05</b>	<b>7,1E-06</b>	<b>2,1E-05</b>
Liten jetflamma	1,6E-08	2,3E-08	7,1E-09	2,1E-08
Liten gasmolnexplosion	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	3,1E-08	4,6E-08	1,4E-08	4,2E-08
Stor gasmolnexplosion	7,8E-08	1,2E-07	3,5E-08	1,1E-07
BLEVE				
jetflamma riktad mot oskadad tank	3,1E-10	4,7E-10	1,4E-10	4,2E-10
tågbrand under oskadad tank	7,7E-09	1,1E-08	3,5E-09	1,0E-08

### A.3.3.3 Utsläpp av giftig gas

För utsläpp av giftiga gaser används motsvarande indata som för brännbara gaser avseende sannolikhet för utsläpp respektive fördelning mellan olika utsläppsstorlekar (se avsnitt A.3.3.2).

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Frekvensen för olika utsläppsscenarier redovisas i tabell A.8. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna. Enligt denna kartläggning består en klar majoritet av gastransporterna av klass 2.1 och klass 2.2 medan klass 2.3 (giftiga gaser) utgör en mycket begränsad del, se tabell A.4. Statistiken från Trafikanalys redovisar dock ej fördelningen mellan undergrupperna i klass 2. För beräkningarna utifrån den genomsnittliga statistiken antas det grovt att brännbara gaser utgör 5-10 % av det totala antalet gastransporter.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för olika scenarier vid transport av klass 2.3.

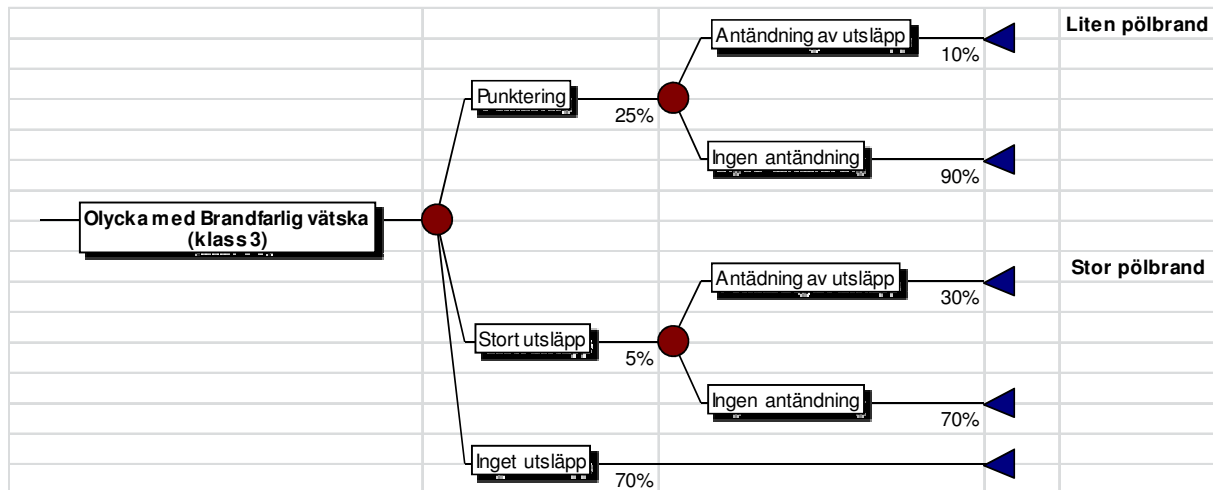
Scenario	Frekvens [per år]			
	Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
Järnvägsolycka med klass 2.3	0,0E+00	2,4E-07	7,9E-07	2,3E-06
Litet utsläpp giftig gas	0,0E+00	2,4E-09	7,9E-09	2,3E-08
Stort utsläpp giftig gas	0,0E+00	2,4E-09	7,9E-09	2,3E-08

### A.3.3.4 Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en något högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar. Sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är för tunnväggig vagn 25 % och 5 % /10/.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /14/.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.9.



Figur A.4. Händelseträddiagram olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.9. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Scenario	Frekvens [per år]			
	Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	2,1E-05	3,8E-05	1,2E-05	3,4E-05
Liten pölbrand	5,3E-07	9,4E-07	2,9E-07	8,6E-07
Stor pölbrand	3,2E-07	5,6E-07	1,7E-07	5,2E-07

### A.3.3.5 Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider

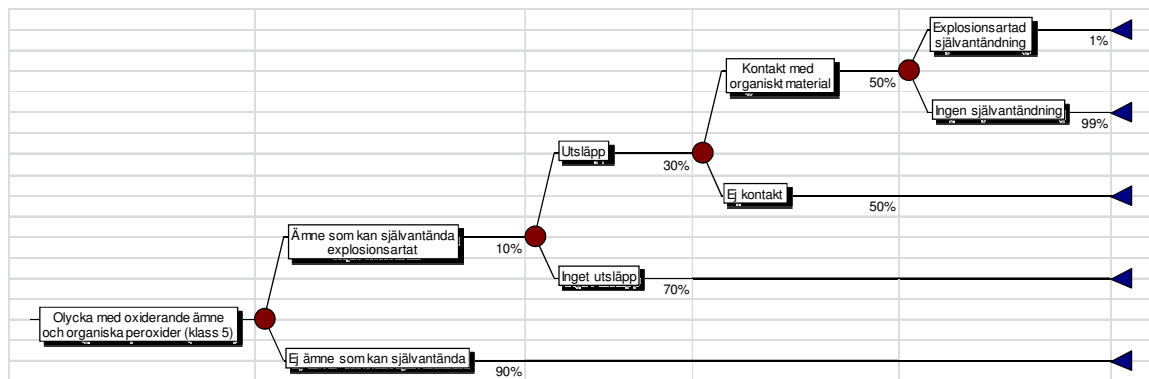
Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen 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 /13/ 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 10 % 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 %. 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.5 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarioer redovisas i tabell A.10.



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

Tabell A.10. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av klass 5.

Scenario	Frekvens [per år]			
	Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
	Idag	År 2030	Idag	År 2030
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	0,0E+00	1,5E-06	3,7E-06	1,1E-05
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	0,0E+00	2,3E-10	5,5E-10	1,6E-09

## A.4 KÄNSLIGHETSANALYS

### A.4.1 Allmänt

Riskanalysen avgränsas till att beakta de olycksrisker som utifrån den inledande riskanalysen bedöms påverka risknivån inom planområdet. I den inledande riskanalysen konstateras dock att det statistiska underlaget avseende förekomst av respektive farligt godsklass samt transportmängder på den aktuella järnvägen omfattar osäkerheter.

Dessa osäkerheter behöver beaktas i den fördjupade riskanalysen för att inte underskatta risknivån. Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas därför en känslighetsanalys som dels beaktar förändringar i antalet transporter med brännbara gaser och brandfarliga vätskor och som dels beaktar olycksrisker förknippade med övriga farligt godsklasser som vid en eventuell olycka bedöms kunna påverka det aktuella planområdet.

Känslighetsanalysen kommer även beakta förändringar avseende sannolikhet för utsläpp givet järnvägsolycka.

## A.4.2 Del 1. Förändrat transportantal

I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitt A.3, men där antalet transporter har antagits öka med en faktor 10 respektive en faktor 25 i förhållande till de uppskattade maximala transportmängderna (d.v.s. antingen enligt statistiken från MSB, Green Cargo och Norvik eller enligt uppskattningen utifrån Trafikanalys nationell statistik) år 2030, se tabell A.11.

Tabell A.11. Känslighetsanalys del 1. Beräknade frekvenser för skadescenarier med farligt gods vid förändrat transportantal.

Scenario	Frekvens (per år)		
	År 2030	x 10	x 25
<b>Olycka med explosivt ämne</b>	<b>6,0E-09</b>	<b>6,0E-08</b>	<b>1,5E-07</b>
Detonation 25 ton massexposivt ämne	3,2E-10	3,2E-09	7,9E-09
<b>Olycka med brännbar gas</b>	<b>2,3E-05</b>	<b>2,3E-04</b>	<b>5,8E-04</b>
Liten jetflamma	2,3E-08	2,3E-07	5,8E-07
Liten gasmolnexplosion	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	4,6E-08	4,6E-07	1,2E-06
Stor gasmolnexplosion	1,2E-07	1,2E-06	2,9E-06
BLEVE			
jetflamma riktad mot oskadad tank	4,7E-10	4,7E-09	1,2E-08
tågbrand under oskadad tank	1,1E-08	1,1E-07	2,8E-07
<b>Olycka med giftig gas</b>	<b>2,3E-06</b>	<b>2,3E-05</b>	<b>5,9E-05</b>
Litet utsläpp	2,3E-08	2,3E-07	5,9E-07
Stort utsläpp	2,3E-08	2,3E-07	5,9E-07
<b>Olycka med brandfarlig vätska</b>	<b>3,8E-05</b>	<b>3,8E-04</b>	<b>9,4E-04</b>
Liten pölbrand	9,4E-07	9,4E-06	2,3E-05
Stor pölbrand	5,6E-07	5,6E-06	1,4E-05
<b>Olycka med oxiderande ämne mm</b>	<b>1,1E-05</b>	<b>1,1E-04</b>	<b>2,7E-04</b>
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	1,6E-09	1,6E-08	4,1E-08

## A.4.3 Del 2. Ökad sannolikhet för utsläpp

I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med brännbar och giftig gas respektive brandfarliga vätskor enligt motsvarande metodik som i avsnitt A.3, men där sannolikheten för utsläpp och efterföljande olycksscenarier har antagits öka med hänsyn till att omgivningen utmed den aktuella järnvägssträckan kan innebära en ökad sannolikhet för t.ex. utsläpp respektive antändning av utsläpp till följd av järnvägsolycka. Dessutom antas en högre sannolikhet för tågbrand till följd av järnvägsolycka.

Följande parametrar kommer att ändras i känslighetsanalysen:



Olycka med brännbar gas	Ordinarie	Känslighetsanalys
<u>Litet utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	1%	$x 10 = 10\%$
- sannolikhet för antändning av utsläpp (direkt / fördröjd / inget utsläpp)	10% / 0% / 90 %	25% / 25% / 50%
<u>Stort utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	1%	$x 10 = 10\%$
- sannolikhet för antändning av utsläpp (direkt / fördröjd / inget utsläpp)	20% / 50% / 30 %	25% / 75% / 0%
<u>BLEVE</u>		
- sannolikhet för BLEVE (vid jetflamma resp. tågbrand)	1%	5%
Olycka med brännbar gas	Ordinarie	Känslighetsanalys
<u>Litet utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	1%	$x 10 = 10\%$
<u>Stort utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	1%	$x 10 = 10\%$
Olycka med brandfarlig vätska	Ordinarie	Känslighetsanalys
<u>Litet utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	25%	$x 2 = 50\%$
- sannolikhet för antändning av utsläpp	10%	50%
<u>Stort utsläpp</u>		
- sannolikhet för utsläpp	5%	$x 2 = 50\%$
- sannolikhet för antändning av utsläpp	30 %	60%
Tågbrand	Ordinarie	Känslighetsanalys
Sannolikhet för tågbrand vid järnvägsolycka	2-5 %	25%

I tabell A.12 redovisas resultatet från känslighetsanalysen del 3 i förhållande till de uppskattade maximala transportmängderna (d.v.s. antingen enligt statistiken från MSB, Green Cargo och Norvik eller enligt uppskattningen utifrån Trafikanalys nationell statistik) **år 2030**.

Tabell A.12. Känslighetsanalys del 3. Beräknade frekvenser för skadescenarier med brännbara gaser och brandfarliga vätskor samt tågbrand vid ökad sannolikhet för följdscenarier vid järnvägsolycka.

Scenario	Frekvens (per år)	
	År 2030	Känslighetsanalys
<b>Olycka med brännbar gas</b>	<b>2,3E-05</b>	<b>2,3E-05</b>
Liten jetflamma	2,3E-08	5,8E-07
Liten gasmolnexplosion	0,0E+00	5,8E-07
Stor jetflamma	4,6E-08	5,5E-07
Stor gasmolnexplosion	1,2E-07	1,7E-06
BLEVE		
jetflamma riktad mot oskadad tank	4,7E-10	2,9E-08
tågbrand under oskadad tank	1,1E-08	4,7E-07
<b>Olycka med giftig gas</b>	<b>2,3E-06</b>	<b>2,3E-06</b>
Litet utsläpp	2,3E-08	2,3E-07
Stort utsläpp	2,3E-08	2,3E-07
<b>Olycka med brandfarlig vätska</b>	<b>3,8E-05</b>	<b>3,8E-05</b>
Liten pölbrand	9,4E-07	9,4E-06
Stor pölbrand	5,6E-07	2,8E-06
<b>Tågbrand godståg</b>	<b>1,2E-05 – 2,9E-05</b>	<b>1,4E-04</b>

**Del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i  
Trångsund, Huddinge kommun**

**Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan**

**BILAGA B**

**KONSEKVENSBERÄKNINGAR**

## B.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* i Trångsund.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med den angränsande järnvägen:

- Brand i godståg
- Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
- Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne eller organiska peroxider (klass 5)

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

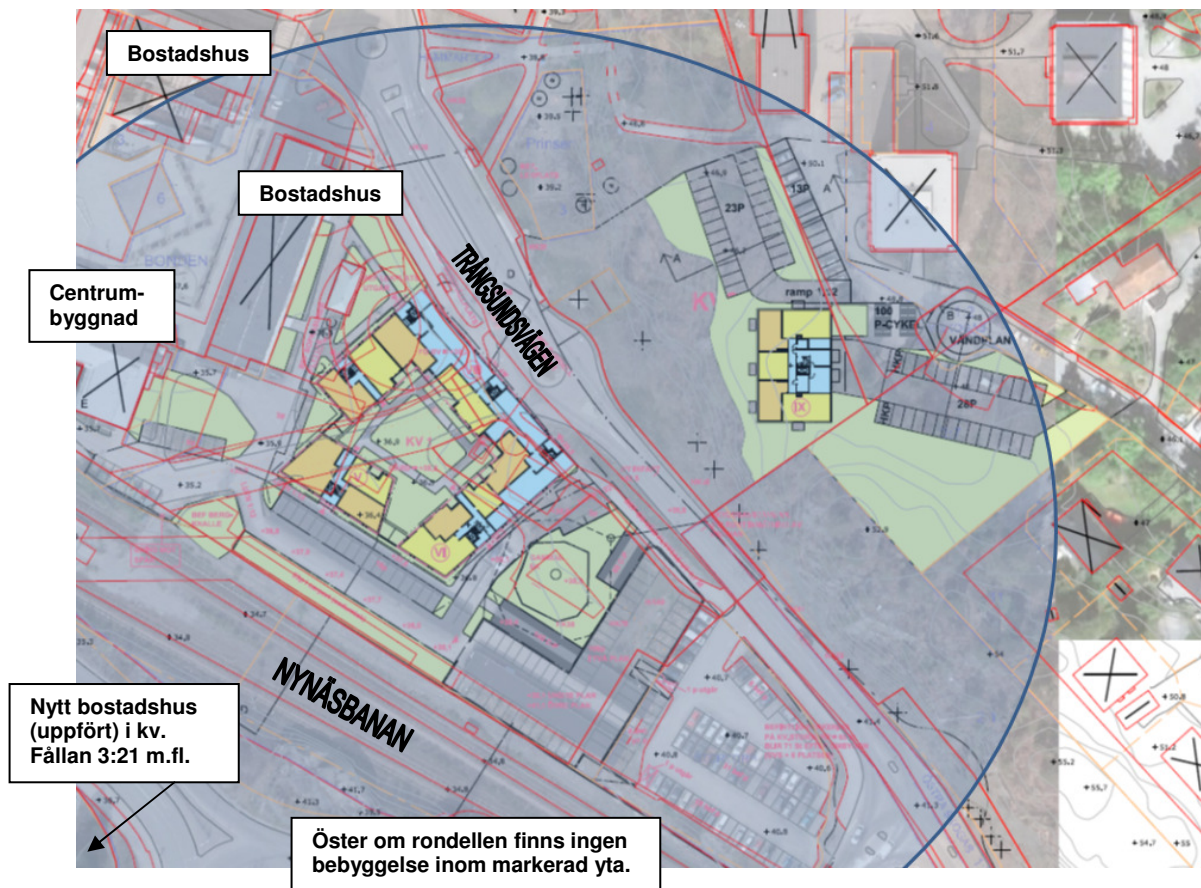
I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

### B.1.1 Förutsättningar

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

Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde med planerad bebyggelsestruktur samt omgivande bebyggelse. Området som studeras utgör ca 150 meters radie från Nynäsbanan (vilket motsvarar riskhanteringsavståndet enligt Länsstyrelsens riktlinjer). Bebyggelse på större avstånd från riskkällan har en mycket begränsad påverkan på den beräknade risknivån.

Figur B.1 utgör en översiktsbild som visar det aktuella området efter planerad exploatering av det aktuella planområdet. En olycka antas inträffa där den innebär så stor konsekvens i form av antal omkomna som möjligt för den nya bebyggelsen, vilket innebär mitt för det aktuella planområdet.



Figur B.1. Planskiss – Förslag till ny bebyggelse inom område 1 och område 2 (Ritat av HMXW Arkitekter). Blå cirkel markerar det studerade området i konsekvensberäkningarna (radie 150 meter).'

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten. Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom området samt en uppskattning av byggnadsytor samt ytor utomhus varit nödvändiga.

**Befintliga förhållanden:** I dagsläget omfattar det aktuella planområdet endast parkeringsytor och garagelängor (totalt ca 100 parkeringsplatser), samt grönområden vilket ej bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse. Persontätheten inom planområdet är mycket låg.

**Planerad bebyggelse:** Inom område 1 (del av Bonden 1) planeras ett flerbostadshus i 5-7 våningar med ca 90 lägenheter. Inom område 2 (del av Hammartorp 1:1) uppförs ett flerbostadshus i 9 våningar med ca 75 lägenheter. Personantalet uppskattas grovt till 2-3 boende per lägenhet, d.v.s. totalt ca 180-270 personer inom område 1 respektive 150-225 personer inom område 2. Ca 15-20 % av planområdets totala yta kommer att bebyggas.

Utöver planerad bebyggelse utförs området med grönytor och parkeringsytor, se figur B.1. Inom ca 30 meter från Nynäsbanan planeras inga verksamheter som innebär stadigvarande vistelse. Den förväntade nyttjandegraden av grönytor är beroende av dess utformning (t.ex. tillgång till lekplatser, parkbänkar m.m.). I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att ca 10 % av de boende i området befinner sig utomhus, varav enstaka personer förväntas vistas inom ytor som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse (d.v.s. inom 30 m från järnvägen).

Enligt beskrivningen i huvudrapporten planeras ett plank utmed järnvägen. Planket ska utföras i obrännbart material och bedöms kunna fungera som en avskärmande barriär mot vissa olycksrisker förknippade med Nynäsbanan. Det är dock oklart hur beständigt planket är mot brandpåverkan m.m. I konsekvensberäkningarna kommer hänsyn därför inte att tas till att planket har någon skadereducerande effekt.

**Kringliggande bebyggelse:** Bebyggelsestrukturen kring planområdet är relativt varierande. Väster om området ligger Trångsunds centrum. Det studerade området inrymmer bl.a. två flerbostadshus i 12-14 våningar samt en lägre butiksbyggnad (2-3 våningar), se figur B.1. Inom det studerade området finns ca 190-200 befintliga bostadslägenheter. Butiksbebyggelsen täcker ca 10 000 kvm yta.

Områdena öster om planområdet är obebyggda inom 150 meter. Inga verksamheter som uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Även områdena på motstående sida om Nynäsbanan är huvudsakligen obebyggda. Den enda bebyggelsen inom den studerade radien (150 m) utgörs av två nybyggda flerbostadshus inom kv. Fällan 3:21 m.fl. vilket omfattar ca 100 bostadslägenheter. Avståndet mellan Nynäsbanan och bebyggelsen som minst är ca 50 meter. Obebyggda ytor mellan järnväg och bebyggelse bedöms ej uppmuntra till stadigvarande vistelse.

**Sammanställning:** För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde så görs grova uppskattningar inom aktuella områden. I tabell B.1 och B.2 redovisas de uppskattade personantalen inom de studerade områdena utifrån befintliga förhållanden respektive efter exploatering. Persontätheten bedöms variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter. Inom bostadsbebyggelse antas grovt ”beläggningen” vara ca 50 % under dagtid och 100 % nattetid. Inom kontor och verksamheter antas beläggningen vara 100 % dagtid och 0 % nattetid. Detsamma gäller för områden utomhus.

Tabell B.1. Uppskattade personantal utmed Nynäsbanan som funktion av avståndet från järnvägen – **Planerad bebyggelse.**

Verksamhet	Planområde del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.		Kringliggande bebyggelse (Trångsunds centrum m.m.)	
	DAG	NATT	DAG	NATT
Bostad	< 30 m: 0 30-75 m: 80-120 75-120 m: 70-100	< 30 m: 0 30-75 m: 180-270 75-120 m: 150-225	< 50 m: 0 50-150 m: 300-450	< 50 m: 0 50-150 m: 600-900
Kontor/butiker/ förskola m.m	0-120 m: 0	0-120 m: 0	< 20 m: 0 20-150 m: 500-1000	0-150 m: 0
Utomhus	< 10 m: 0 10-30 m: 0-5 30-75 m: 10-15 75-120 m: 5-10	0-120 m: 0	< 20 m: 0-20 * 20-150 m: ca 100-200	0-150 m: 0

\* Ej inkluderat resenärer inom resecentrumet.

Tabell B.2. Uppskattade personantal utmed Nynäsbanan som funktion av avståndet från järnvägen – **Befintliga förhållanden.**

Verksamhet	Planområde kv. Bonden 1		Kringliggande bebyggelse (Trängsunds centrum m.m.)				
	DAG		NATT		DAG		NATT
Bostad	0-120 m:	0	0-120 m:	0	< 50 m: 0 50-150 m: 300-450	< 50 m: 0 50-150 m: 600-900	
Kontor/butiker/ förskola mm	0-120 m:	0	0-120 m:	0	< 20 m: 0 20-150 m: 500-1000	0-150 m: 0	
Utomhus	<10 m: 0 10-120 m: < 10		0-120 m:	0	< 20 m: 0-20 * 20-150 m: ca 100-200	0-150 m: 0	

\* Ej inkluderat resenärer inom resecentrumet.

## B.2 BRAND I GODSTÅG

Konsekvenserna av en tågbrand med avseende på påverkan på kringliggande bebyggelse m.m. är beroende av tågtyp och brandens omfattning. En stor tågbrand kan innebära brandeffekter som uppnår över 100 MW och bedöms därför kunna jämföras med pölbrand enligt avsnitt B.6.

Skadeområdet och konsekvenserna av en brand i godståg kommer att utgå från strålningsberäkningarna som redovisas i avsnitt B.4. Konsekvenserna uppskattas konservativt utifrån resultatet av strålningsberäkningarna för stor pölbrand, se tabell B.7 och B.8.

## B.3 EXPLOSIVA ÄMNEN

Enligt bilaga A begränsas känslighetsanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet.

Konsekvensberäkningarna kommer att omfatta följande skadescenario:

- 25000 kg massexplosiva ämnen

### B.3.1 Skadeavstånd

#### Bedömningskriterier

**Utomhus:** En oskyddad 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 dock gränsen för dödliga skador vid /3/:

- 180 kPa: 1 % omkomna
- 260 kPa: 50 % omkomna
- 350 kPa: 100 % omkomna

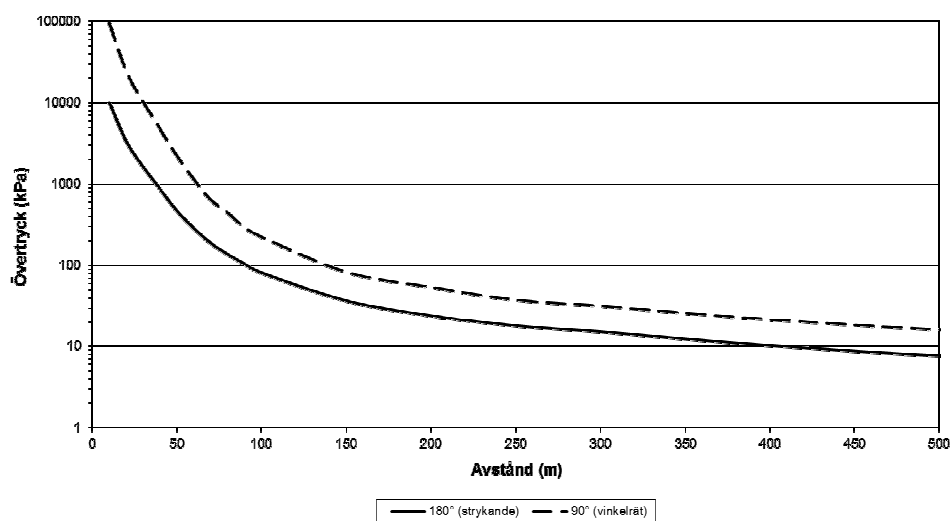


**Inomhus:** En byggnad klarar tryck sämre än en människa och byggnader kan vid en omfattande explosion raseras inom ett mycket stort område till följd av att de bärande konstruktionerna slås ut. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens 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 /3/:  $I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$

### B.3.1.1 Beräkningar

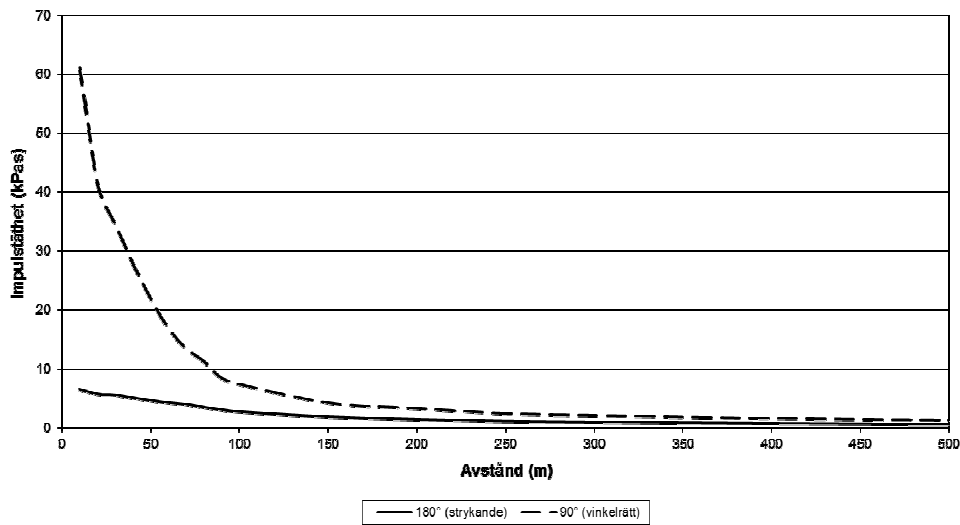
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av övertryck ( $P_+$ ), impulstäthet ( $I_+$ ) samt varaktighet ( $t_+$ ) för respektive explosionsscenario. Beräkningarna följer den metodik som redovisas i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /1/. I figur B.2-B.3 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av  $1,8 \cdot X$  kg i fri luft.

Först beräknas det s.k. infallande trycket respektive impulstätheten, vilket kan uppmätas vid strykande infall av trycket över en yta, d.v.s. om ytan som trycket faller in mot ligger i linje med tryckvägen. Då den nya bebyggelsen planeras längs med järnvägen faller dock trycket in vinkelrätt mot byggnaderna, vilket innebär högre tryck och impulstäthet p.g.a. det reflekterande trycket. Hur mycket högre tryck och impulstäthet blir beror av den infallande vinkeln samt den beräknade trycknivån ( $P_+$ ). Vid större avstånd är kvoten mellan reflekterat och infallande tryck störst vid ett vinkelrätt tryckinfall ( $90^\circ$ ).



Figur B.2. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation på eller nära mark.

/1/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosionvämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B.3. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation på eller nära mark.

Utifrån beräkningarna av övertryck och impulstäthet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Bedömningen görs utifrån ekvationen som redovisas ovan. Byggnadsdelarna har delats upp på bärande byggnadsdelar och icke bärande lätta respektive medeltunga byggnadsdelar. De infallande tryck som redovisas i figur B.2 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.2 respektive B.3. I tabell B.3 redovisas uppskattade konsekvensavstånd för respektive explosionsscenario.

Tabell B.3. Avstånd inom vilka byggnader uppskattas rasa, helt eller delvis, vid en stor massexplosion på Nynäsbanan.

Konsekvens	Skadeavstånd
<b>Oskyddad byggnad utan framförliggande bebyggelse</b>	
Hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner	80-90 m
Icke bärande lätta ytterväggar samt vissa icke bärande lätta innerväggar rasar	> 500 m
Icke bärande medeltunga ytterväggar samt vissa icke bärande medeltunga innerväggar rasar	400-450 m
<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>	70 m

### B.3.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.4, respektive nollalternativet, se tabell B.5. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.3.1.

Scenariot innebär konsekvenser både inom planområde och inom kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan (cirkulärt skadeområde). Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- **I kollapsade delar** av bebyggelse (d.v.s. där hela byggnaden rasar, inkl. bärande konstruktioner) förväntas 80 % omkomma. **I resterande delar** (d.v.s. där endast icke bärande konstruktioner rasar) förväntas 15 % omkomma.
- **Utomhus** bedöms 100 % omkomma vid en så omfattande explosionslast.
- Utifrån skadeavstånden i tabell B.3 görs följande bedömningar av påverkan på bebyggelse m.m.:
  - Inom område 1 (del av Bonden 1) riskerar 100 % av bebyggelsen kollapsa. 100 % av obebyggda ytor påverkas.
  - Inom område 2 (del av Hammartorp 1:1) riskerar 100 % av bebyggelsen omfatta skador på icke bärande konstruktioner. 100 % av obebyggda ytor påverkas.
  - Inom kringliggande områden riskerar 10 % av bebyggelsen kollapsa och resterande 90 % riskerar omfatta skador på icke bärande konstruktioner. 10 % av obebyggda ytor bedöms påverkas (övriga delar skyddas av framförliggande bebyggelse).

Tabell B.4. Uppskattat antal omkomna vid olycka med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Planerad bebyggelse.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Explosion 25 ton	U: 70 m I: 150-200 m	U: 15385 I: 125600	100 %	25-50* / 0	15-80 %	245-420 / 295-445 **	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan.

\* Varav ca 15-30 inom planområdet.

\*\* Varav ca 75-110 dagtid respektive 165-250 nattetid inom planområdet.

Tabell B.5. Uppskattat antal omkomna vid olycka med massexplosiva ämnen på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Nollalternativ.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Explosion 25 ton	U: 70 m I: 150-200 m	U: 15385 I: 125600	100 %	25-20* / 0	15-80 %	170-310/ 130-195**	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan.

\* Varav ca 15 inom planområdet.

\*\* Varav 0 dagtid respektive 0 nattetid inom planområdet.

## B.4 BRÄNNBARA GASER

För brännbara gaser kommer tre olika scenarier att studeras, som beror på typen av antändning (se även bilaga A):

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck .
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där en tankvagn 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.

### B.4.1 Skadeavstånd

#### B.4.1.1 Indata

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. I beräkningarna har följande indata angetts 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 ton
- 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 /2/:

- 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.

#### B.4.1.2 Beräkningar och resultat

I tabell B.6 redovisas de avstånd, inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras. Skadeområdena som anges i tabell B.3 gäller en oskyddad person utomhus och anges i form av området där strålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a respektive 3:e gradens brännskada.

Tabell B.6. Beräknade skadeområden vid olika skadescenarier med utsläpp och antändning av brännbar gas vid transport i järnvägstank.

Skadescenario	Skadeområde utomhus	
	2:a gradens	3:e gradens
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – jetflamma	4,8 x 6 m	3,8 x 4 m
Litet utsläpp (0,09 kg/s) – gasmolnexplosion	~ 5 x 0 m	~ 5 x 0 m
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – jetflamma	44 x 48 m	39 x 34 m
Stort utsläpp (11,7 kg/s) – gasmolnexplosion	146 x 165 m	141 x 165 m
BLEVE	Radie 266 m	Radie 173 m

#### B.4.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående skadeområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.6, respektive nollalternativet, se tabell B.7. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.4.1.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- För personer **utomhus** bedöms ca 15 % inom skadeområdet för 2:a gradens brännskada få dödliga skador /3/. Inom skadeområdet för 3:e gradens brännskada omkommer motsvarande ca 50 %.

/2/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- För personer **inomhus** är sannolikheten att omkomma relativt låg och är främst förknippad med risken för brandspridning, men uppskattas till 5-10 % inom skadeområdet där strålningen kan leda till 2:a gradens brännskada.
- För jetflamma respektive gasmolnexplosion förutsätts att utsläppet är riktat mot det aktuella planområdet. Detta ger störst konsekvens avseende ny bebyggelse.
- För samtliga skadescenarier beaktas att framförliggande bebyggelse begränsar skadeområden och påverkan på bakomliggande bebyggelse och obebbyggda ytor. Utifrån skadeavstånden i tabell B.6 görs bedömningar av påverkan på bebyggelse m.m. med hänsyn till framförliggande bebyggelse, se kommentarskolumnen i tabell B.7 och B.8.

Tabell B.7. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brännbar gas på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Planerad bebyggelse.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten jetflamma	5x6	< 30	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Liten gasmolnexplosion	5x0	< 10	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Stor jetflamma	45x50	2 250	50	3-4 / 0	10 %	1-3 / 3-5	Påverkar endast planområdet, både obebbyggda och bebbyggda delar: Inom planområde riskerar 10 % av bebyggelse påverkas. < 30 m från spår riskerar 50 % av obebbyggda ytor påverkas. > 30 m från spår riskerar 25 % av obebbyggda ytor påverkas.
Stor gasmolnexplosion	145x165	23 925	50	40-70* / 0	10 %	40-65 / 55-80 **	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan: Inom planområde riskerar 100 % av bebyggelse påverkas. 100 % av obebbyggda ytor påverkas. I kringliggande områden riskerar 25 % av bostadsbebyggelse och 35 % av kontor/butiker/förskola mm påverkas. 50 % av obebbyggda ytor påverkas.
BLEVE	R <sub>Tot</sub> =265	220 620	50 (R=175) 15 (R=265)	55-95*** / 0	10 %	55-90 / 65-95 ****	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan. Inom planområde riskerar 100 % av bebyggelse påverkas. 100 % av obebbyggda ytor påverkas. I kringliggande områden riskerar 50 % av all bebyggelse. 75 % av obebbyggda ytor påverkas.

\* Varav ca 10-15 inom planområdet.

\*\* Varav ca 15-20 dagtid respektive 35-50 nattetid inom planområdet.

\*\*\* Varav ca 10-15 inom planområdet.

\*\*\*\* Varav ca 15-20 dagtid respektive 35-50 nattetid inom planområdet.

/3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, andra reviderade och utökade upplagan, Försvarets Forskningsanstalt, September 1997

Tabell B.8. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brännbar gas på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Nollalternativ.

Skadesscenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten jetflamma	5x6	< 30	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Liten gasmolnexplosion	5x0	< 10	50	0	10 %	0	Skadeavstånd < avstånd mellan spår och planområde.
Stor jetflamma	45x50	2 250	50	3-4 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet: 50 % av obebyggda ytor påverkas.
Stor gasmolnexplosion	145x165	23 925	50	40-50* / 0	10 %	25-40 / 20-30 **	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan: Inom planområde riskerar 100 % av obebyggda ytor påverkas. I kringliggande områden riskerar 25 % av bostadsbebyggelse och 35 % av kontor/butiker/förskola mm påverkas. 50 % av obebyggda ytor påverkas.
BLEVE	R <sub>Tot</sub> =265	220 620	50 (R=175) 15 (R=265)	55-90*** / 0	10 %	40-70 / 30-45 ****	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster och väster om Nynäsbanan. Inom planområde riskerar 100 % av obebyggda ytor påverkas. I kringliggande områden riskerar 50 % av all bebyggelse. 75 % av obebyggda ytor påverkas.

\* Varav ca 7-8 inom planområdet.

\*\* Varav ca 0 dagtid respektive 0 nattetid inom planområdet.

\*\*\* Varav ca 7-8 inom planområdet.

\*\*\*\* Varav ca 0 dagtid respektive 0 nattetid inom planområdet.

## B.5 GIFTIGA GASER

Den icke brännbara men giftiga gasen antas mycket konservativt bestå av klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större mängd på järnväg i Sverige. Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus).

### B.5.1 Skadeavstånd

#### B.5.1.1 Indata

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:

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

Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft** 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.

### B.5.1.2 Beräkningar

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. I tabell B.9 redovisas de erhållna skadeområdena som erhålls efter 30 minuter från utsläppets start.

*Tabell B.9. Skadedrabbat område för olika scenarier vid farligt godsolycka med icke brännbar, men giftig gas i lasten. Procentsatserna avser andel som omkommer inom respektive skadeområde.*

Scenario	Andel omkomna	Skadeavstånd (L*Bmax) [m]	
		Utomhus	Inomhus
Litet utsläpp	100 %	10 x 4	-
	50 %	30 x 20	-
	5 %	50 x 30	15 x 4
Stort utsläpp	100 %	250 x 140	50 x 20
	50 %	430 x 240	260 x 80
	5 %	670 x 360	345 x 190

### B.5.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående skadeområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.10, respektive nollalternativet, se tabell B.11. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.5.1.

Konsekvenserna har beräknats utifrån följande förutsättningar:

- För utsläpp av giftig gas förutsätts att utsläppet är riktat mot det aktuella planområdet. Detta ger störst konsekvens avseende ny bebyggelse.

Utifrån skadeavstånden i tabell B.9 görs bedömningar av påverkan på bebyggelse m.m., se kommentarskolumnen i tabell B.10 och B.11.

Tabell B.10. Uppskattat antal omkomna vid olycka med giftig gas på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Planerad bebyggelse.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Litet utsläpp giftig gas	U: 50 x 30 I: 15 x 5	U: 1500 I: 75	5-50 %	1-2 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar: Inom 0 % av ytan är slh att omkomma 100% Inom 10 % av ytan är slh att omkomma 50% Inom 25 % av ytan är slh att omkomma 5 % Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.
Stort utsläpp giftig gas	U: 670 x 360 I: 345-190	U: 241200 I: 65550	50-100%	120-220* / 0	50-100%	295-495 / 315-475**	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Inom 25 % av bebyggelse i planområde är slh att omkomma 100 %. Inom resterande 75 % är slh att omkomma 50 %. Inom 100 % av obebyggda är slh att omkomma 100 %. I kringliggande områden: Inom 0 % av bebyggelse är slh att omkomma 100%. Inom 45 % dagtid (33 % nattetid) av bebyggelse nattetid är slh att omkomma 50 %. Inom 45 % dagtid (33 % nattetid) av bebyggelse är slh att omkomma 5 %. Inom 75 % av obebyggda ytor är slh att omkomma 100% Inom 25 % av obebyggda ytor är slh att omkomma 50%.

\* Varav ca 15-30 inom planområdet.

\*\* Varav ca 95-135 dagtid respektive 205-310 nattetid inom planområdet.

Tabell B.11. Uppskattat antal omkomna vid olycka med giftig gas på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Nollalternativ.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Litet utsläpp giftig gas	U: 50 x 30 I: 15 x 5	U: 1500 I: 75	5-50 %	1 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Inom 0 % av ytan är slh att omkomma 100% Inom 10 % av ytan är slh att omkomma 50% Inom 25 % av ytan är slh att omkomma 5 %
Stort utsläpp giftig gas	U: 670 x 360 I: 345-190	U: 241200 I: 65550	50-100%	120-205* / 0	50-100%	200-360 / 110-165**	Påverkar både planområde och kringliggande områden öster om Nynäsbanan. Inom 100 % av obebyggda ytor i planområdet är slh att omkomma 100 %. I kringliggande områden: Inom 0 % av bebyggelse är slh att omkomma 100%. Inom 45 % dagtid (33 % nattetid) av bebyggelse nattetid är slh att omkomma 50 %. Inom 45 % dagtid (33 % nattetid) av bebyggelse är slh att omkomma 5 %. Inom 75 % av obebyggda ytor är slh att omkomma 100% Inom 25 % av obebyggda ytor är slh att omkomma 50%.

\* Varav ca 15 inom planområdet.

\*\* Varav ca 0 dagtid respektive 0 nattetid inom planområdet.

## B.6 BRANDFARLIG VÄTSKA

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin.

Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 100 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 400 m<sup>2</sup>

### B.6.1 Skadeavstånd

#### B.6.1.1 Beräkningsmetodik

Strålningsberäkningarna har genomförts med handberäkningar. Beräkningarna av den värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs utifrån beräkning av följande faktorer:

- brandeffekt
- flammhöjd
- utfallande värmestrålning
- synfaktor
- infallande strålning på olika avstånd från branden

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd används för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen.

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /4/.

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

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flammhöjden grovt kan uppskattas till  $H_F = D /4/$ .

**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 flamman, 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

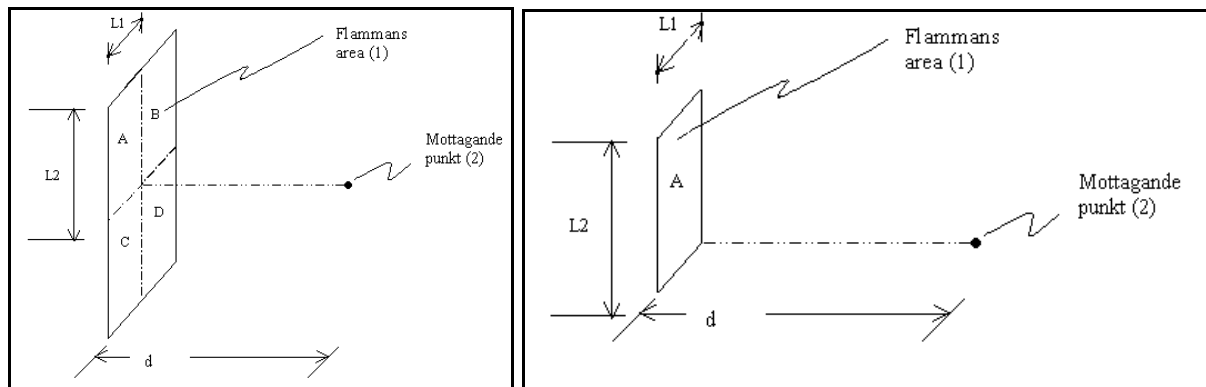
/4/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/5/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /6/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0.00823 \cdot D}$$

**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.4). 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.



Figur B.4. Synfaktor.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /7/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

Respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor beräknas med nedanstående ekvation /8/:

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

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.4.}$$

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

/6/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/7/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/8/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

### B.6.1.2 Beräkningar och resultat

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden beräknats för respektive pölbrandscenario (se tabell B.13).

Tabell B.13. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta $A_F$ (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flammhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_o$ (kW/m <sup>2</sup> )
Liten pölbrand	100	100 000	11,3	16,8	46,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	26,3	37,7

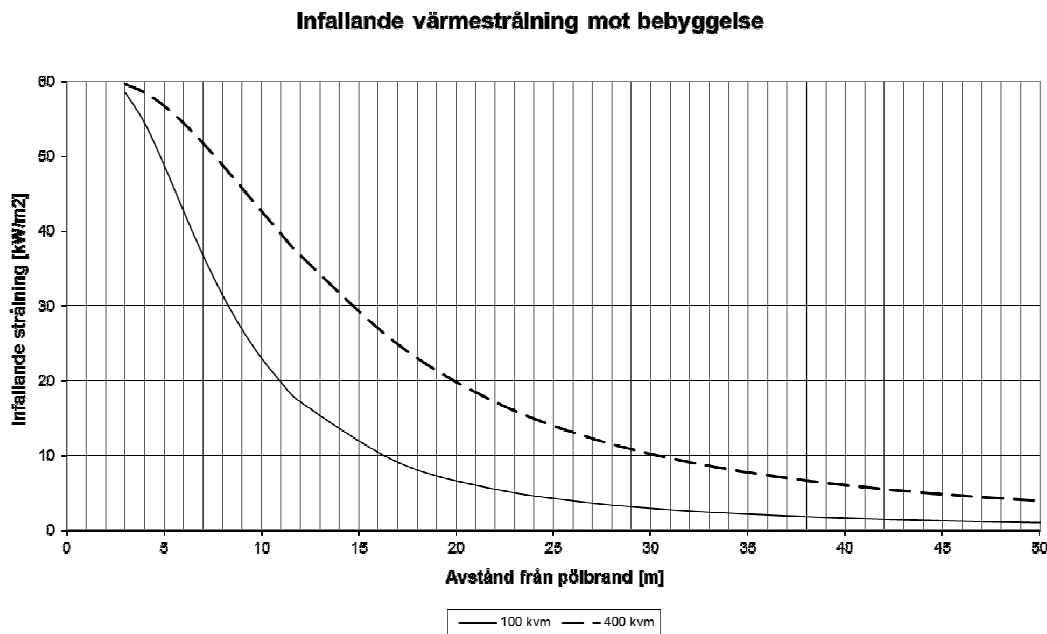
Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.14. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

Tabell B.14. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	Liten pölbrand (100 m <sup>2</sup> )		Stor pölbrand (400 m <sup>2</sup> )	
	$F_{1,2}$	$q_r''$	$F_{1,2}$	$q_r''$
5	0,61	36,7	0,86	51,7
10	0,29	17,1	0,61	36,7
15	0,15	9,1	0,41	24,9
20	0,09	5,5	0,29	17,1
25	0,06	3,6	0,20	12,3
30	0,04	2,6	0,15	9,1
35	0,03	1,9	0,12	7,0
40	0,02	1,5	0,09	5,5
45	0,02	1,2	0,07	4,4
50	0,02	1,0	0,06	3,6

I figur B.5 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från pölbranden. Nynäsbanan ligger lägre än omgivningen (både planområdet och kringliggande områden), vilket behöver beaktas. Nivåskillnaden reducerar pölbrandens skadeområde, framförallt genom att utsläppet hindras att spridas mot planområdet. Detta innebär en markant minskning av skadeområdet jämfört med om planområdet och järnvägen hade legat på samma nivå och vätskeutsläppet hade kunnat spridas fritt.

Med hänsyn till nivåskillnaden mellan järnväg och planområde uppskattas pölen spridas som mest 2 meter från järnvägsspåret.



Figur B.5. Infällande strålning som funktion av avståndet från pölbrand.

### 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.

En person som befinner sig **utomhus** och 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 han/hon reagerar. Nedan redovisas uppskattade andelar omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig **utomhus**. De uppskattade nivåerna härstammar från uppgifter om strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra /3, 4/:

- 10 kW/m<sup>2</sup>: 1 % omkommer
- 60 kW/m<sup>2</sup>: 50 % omkommer
- 80 kW/m<sup>2</sup>: 100 % omkommer

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 för brandspridning uppskattas vara 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas /3, 4/. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

## Sammanställning

Utifrån ovanstående beräkningar och de kriterier som anges ovan görs en grov (och konservativ) uppskattning av skadeområdena för respektive brandscenario i tabell B.15.

Tabell B.15. Sammanställning av skadeområden för kritiska strålningsnivåer vid pölbrand.

Strålningsnivå	Avstånd från brand		Konsekvens
	100 kvm	400 kvm	
10 kW/m <sup>2</sup>	16 m	ca 30 m	1 % antas omkomna utomhus
60 kW/m <sup>2</sup>	< 5 m	ca 5 m	50 % antas omkomma utomhus
80 kW/m <sup>2</sup>	< 1 m	< 1 m	100 % antas omkomma utomhus
15 kW/m <sup>2</sup>	ca 13 m	ca 23 m	10 % antas omkomma inomhus

## B.6.2 Antal omkomna

Utifrån ovanstående konsekvensområden har konsekvenserna i form av antalet omkomna beräknats för respektive olycksscenario för planerad bebyggelse, se tabell B.16, respektive nollalternativet, se tabell B.17. Konsekvenserna beräknas utifrån uppskattning av drabbad yta utomhus respektive inomhus vilket utgår från beräkningarna av skadeområden enligt avsnitt B.6.1.

Tabell B.16. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brandfarlig vätska på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Planerad bebyggelse.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten pölbrand	U: ca 15 I: ca 15	U: ca 700 I: ca 700	< 50 %	0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. 1 % slh att omkomma inom 25 % av obebyggda ytor < 30 m och 0 % > 30 m från spår. Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.
Stor pölbrand	U: ca 30 m I: ca 25 m	U: ca 2830 I: ca 1960	< 50 %	0-1 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. 1 % slh att omkomma inom 10 % av obebyggda ytor < 75 m från spår och 0 % > 75 m från spår. Skadeavstånd < avstånd mellan spår och bebyggelse.



Tabell B.17. Uppskattat antal omkomna vid olycka med brandfarlig vätska på Nynäsbanan i höjd med del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1.1 m.fl. – Planerad bebyggelse.

Skadescenario	Allmänt		Utomhus		Inomhus		Kommentar
	Skadeområde (m)	Drabbad yta (m <sup>2</sup> )	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	Andel omkomna (%)	Omkomna dag/natt	
Liten pölbrand	U: ca 15 I: ca 15	U: ca 700 I: ca 700	< 50 %	0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. 1 % slh att omkomma inom 10 % av obebyggda ytor.
Stor pölbrand	U: ca 30 m I: ca 25 m	U: ca 2830 I: ca 1960	< 50 %	0-1 / 0	10 %	0	Påverkar endast planområdet. Endast obebyggda delar där persontätheten är mycket låg. 1 % slh att omkomma inom 25 % av obebyggda ytor.

## B.7 OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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.

Det antas mycket konservativt att den explosiva blandningen som kan produceras vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosion med 25 ton massexplosiva ämnen. Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt B.3.

**Del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i  
Trångsund, Huddinge kommun**

**Risakanalys avseende närheten till Nynäsbanan**

**BILAGA C**

**RISKBERÄKNINGAR**

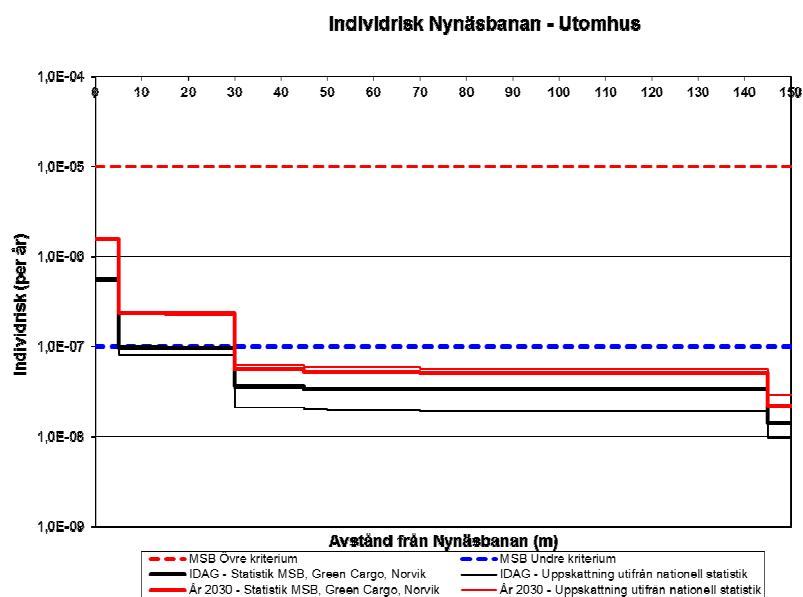
## C.1 BERÄKNING AV INDIVIDRISK

För ny bebyggelse inom planområdet *del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl.* i Trångsund redovisas risken genom att beräkna den plats specifika individrisken. 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.

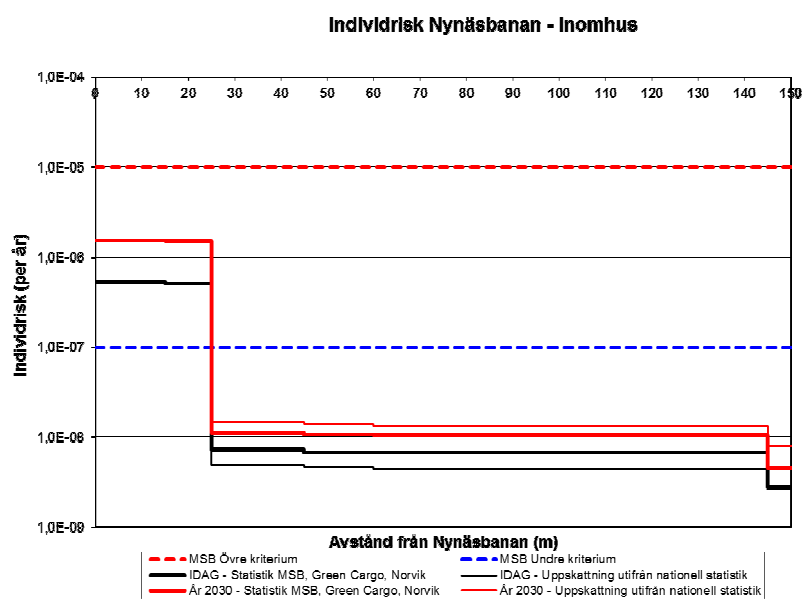
Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den studerade järnvägsträckan. 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 järnvägsträckan. För skadescenarier med stort skadeområde är fallet det motsatta, d.v.s. personer inom området kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras alternativt ökas frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Frekvensen har beräknats för en sträcka på 200 m för Nynäsbanan. 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 att för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser blir dessutom inte skadeområdet 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.

I figur C.1 och figur C.2 redovisas den avståndsberoende individrisken utomhus respektive inomhus för det aktuella planområdet i förhållande till Nynäsbanan. Avståndet utgår från närmaste spårkant. Individrisken har beräknats utifrån uppskattade transportmängder idag respektive för prognosåret år 2030. Respektive riskkurva redovisas som ett intervall (tjock respektive smal linje) med hänsyn till de olika underlag som har använts, d.v.s. sammanvägning av statistik från MSB och Green Cargo respektive Trafikanalys.



Figur C.1. Individeriskprofiler för person utomhus inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. som funktion av avståndet till Nynäsbanan.



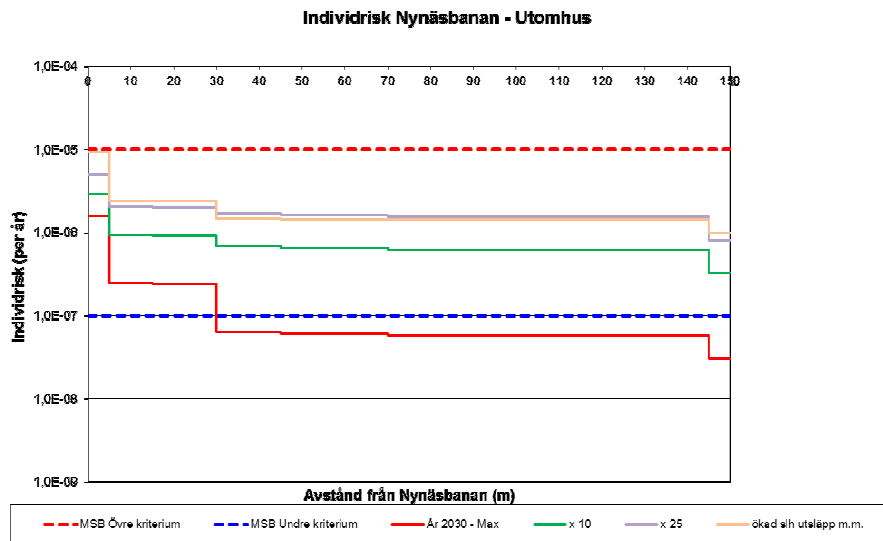
Figur C.2. Individeriskprofiler för person inomhus inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. som funktion av avståndet till Nynäsbanan.

### C.1.1 Känslighetsanalys

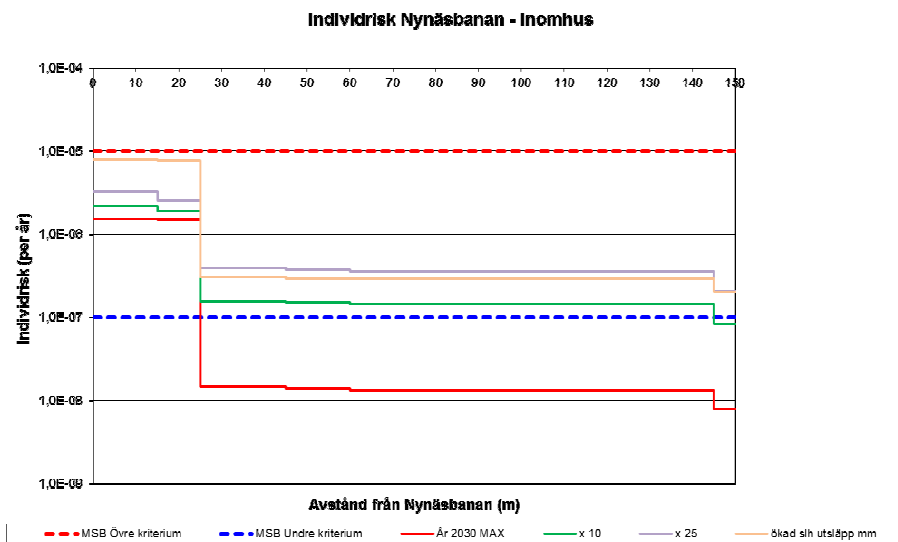
I figur C.3 och C.4 redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende följande parametrar:

1. Ökat antal transporter med farligt gods
2. Ökad sannolikhet för utsläpp och antändning av utsläpp m.m. till följd av olycka.

Underlaget redovisas i tabell C.2.



Figur C.3. Känslighetsanalys – Individrisk utomhus.



Figur C.4. Känslighetsanalys – Individrisk inomhus.

## C.1.2 Tabeller – underlag individriskberäkningar

Tabell C.1. Underlag för beräkning av individrisk för person inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. med avseende på Nynäsbanan.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens			
					Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
					Idag	År 2030	Idag	År 2030
<b>Utomhus</b>								
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>								
Detonation 25 ton massexplсивt ämne	70	100%	140,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	1,5E-10	4,4E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>								
Liten jetflamma	5	50%	10,0%	19,1%	1,5E-10	2,2E-10	6,8E-11	2,0E-10
Liten gasmolnexplosion	5	50%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	50%	90,0%	17,0%	2,4E-09	3,5E-09	1,1E-09	3,2E-09
Stor gasmolnexplosion	145	50%	290,0%	17,6%	2,0E-08	3,0E-08	9,0E-09	2,7E-08
BLEVE	175	50%	350,0%	100,0%	1,4E-08	2,1E-08	6,3E-09	1,9E-08
	265	15%	530,0%	100,0%	6,3E-09	9,4E-09	2,9E-09	8,6E-09
<b>Klass 2.3. Giftiga gaser</b>								
Litet läckage giftig gas	10	100%	20,0%	8,0%	0,0E+00	3,8E-11	1,3E-10	3,7E-10
	30	50%	60,0%	15,9%	0,0E+00	1,1E-10	3,8E-10	1,1E-09
	50	5%	100,0%	9,6%	0,0E+00	1,1E-11	3,8E-11	1,1E-10
Stort läckage giftig gas	250	100%	500,0%	8,9%	0,0E+00	1,1E-09	3,5E-09	1,0E-08
	430	50%	860,0%	8,9%	0,0E+00	9,1E-10	3,0E-09	9,0E-09
	670	5%	1340,0%	8,6%	0,0E+00	1,4E-10	4,5E-10	1,3E-09
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>								
Liten pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	2,6E-08	4,7E-08	1,4E-08	4,3E-08
	15	1%	30,0%	100,0%	1,6E-09	2,8E-09	8,7E-10	2,6E-09
Stor pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	1,6E-08	2,8E-08	8,7E-09	2,6E-08
	30	1%	60,0%	100,0%	1,9E-09	3,4E-09	1,0E-09	3,1E-09
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>								
Explosivartad självantändning	70	100%	140,0%	100,0%	0,0E+00	3,2E-10	7,7E-10	2,3E-09
<b>Tågbrand</b>								
Brand i godståg	5	50%	10,0%	100,0%	4,9E-07	1,4E-06	4,9E-07	1,4E-06
	30	1%	60,0%	100,0%	5,8E-08	1,7E-07	5,8E-08	1,7E-07

Forts. Tabell C.1.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Sih att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens			
					Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik		Uppskattning utifrån nationell statistik	
					Idag	År 2030	Idag	År 2030
<b>Inomhus</b>								
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>								
Detonation 25 ton massexplosivt ämne	60	80%	120,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	1,0E-10	3,0E-10
	200	15%	400,0%	100%	0,0E+00	0,0E+00	6,4E-11	1,9E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>								
Liten jetflamma	5	10%	10,0%	19,1%	3,0E-11	4,4E-11	1,4E-11	4,0E-11
Liten gasmolnexplosion	5	10%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	45	10%	90,0%	17,0%	4,7E-10	7,0E-10	2,1E-10	6,4E-10
Stor gasmolnexplosion	145	10%	290,0%	17,6%	4,0E-09	5,9E-09	1,8E-09	5,4E-09
BLEVE	175	10%	350,0%	100,0%	2,8E-09	4,2E-09	1,3E-09	3,8E-09
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>								
Litet läckage giftig gas	15	5%	30,0%	5,3%	0,0E+00	1,9E-12	6,3E-12	1,9E-11
Stort läckage giftig gas	50	100%	100,0%	6,4%	0,0E+00	1,5E-10	5,0E-10	1,5E-09
	260	50%	520,0%	4,9%	0,0E+00	3,0E-10	1,0E-09	3,0E-09
	345	5%	690,0%	8,8%	0,0E+00	7,2E-11	2,4E-10	7,1E-10
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>								
Liten pölbrand	15	10%	30,0%	100,0%	1,6E-08	3,1E-08		
Stor pölbrand	25	10%	50,0%	100,0%	1,6E-08	3,1E-08		
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>								
Explosivartad självantändning	60	80%	120,0%	100,0%	0,0E+00	2,2E-10	5,3E-10	1,6E-09
	200	15%	400,0%	100,0%	0,0E+00	1,4E-10	3,3E-10	9,9E-10
<b>Tågbrand</b>								
Brand i godståg	25	10%	50,0%	100,0%	4,9E-07	1,4E-06	4,9E-07	1,4E-06



Tabell C.2. Underlag för beräkning av individrisk för person inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. med avseende på Nynäsbanan – **Känslighetsanalys**.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens		
					År 2030 x 10	År 2030 x 25	Ökad slh utsläpp mm
<b>Utomhus</b>							
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>							
Detonation 25 ton massexplodivt ämne	70	100%	140,0%	100%	4,4E-09	1,1E-08	4,4E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>							
Liten jetflamma	5	50%	10,0%	19,1%	2,2E-09	5,6E-09	5,6E-09
Liten gasmolnsexplosion	5	50%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	4,6E-10
Stor jetflamma	45	50%	90,0%	17,0%	3,5E-08	8,8E-08	4,2E-08
Stor gasmolnsexplosion	145	50%	290,0%	17,6%	3,0E-07	7,4E-07	4,4E-07
BLEVE	175	50%	350,0%	100,0%	2,1E-07	5,2E-07	8,7E-07
	265	15%	530,0%	100,0%	9,4E-08	2,4E-07	3,9E-07
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>							
Litet läckage giftig gas	10	100%	20,0%	8,0%	3,7E-09	9,3E-09	3,7E-09
	30	50%	60,0%	15,9%	1,1E-08	2,8E-08	1,1E-08
	50	5%	100,0%	9,6%	1,1E-09	2,8E-09	1,1E-09
Stort läckage giftig gas	250	100%	500,0%	8,9%	1,0E-07	2,6E-07	1,0E-07
	430	50%	860,0%	8,9%	9,0E-08	2,2E-07	9,0E-08
	670	5%	1340,0%	8,6%	1,3E-08	3,4E-08	1,3E-08
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>							
Liten pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	4,7E-07	1,2E-06	4,7E-07
	15	1%	30,0%	100,0%	2,8E-08	7,0E-08	2,8E-08
Stor pölbrand	5	50%	10,0%	100,0%	2,8E-07	7,0E-07	1,4E-07
	30	1%	60,0%	100,0%	3,4E-08	8,4E-08	1,7E-08
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>							
Explosivartad självantändning	70	100%	140,0%	100,0%	2,3E-08	5,8E-08	0,0E+00
<b>Tågbrand</b>							
Brand i godståg	5	50%	10,0%	100,0%	1,4E-06	1,4E-06	7,2E-06
	30	1%	60,0%	100,0%	1,7E-07	1,7E-07	8,7E-07

Forts. Tabell C.2.

Scenario	Skadeavstånd (meter)	Slh att omkomma	Andel som kan påverka planområdet	Andel av cirkel	Reducerad frekvens		
					År 2030 x 10	År 2030 x 25	Ökad slh utsläpp mm
<b>Inomhus</b>							
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>							
Detonation 25 ton massexplodivt ämne	60	80%	120,0%	100%	3,0E-09	7,6E-09	3,0E-10
	200	15%	400,0%	100%	1,9E-09	4,8E-09	1,9E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>							
Liten jetfflamma	5	10%	10,0%	19,1%	4,4E-10	1,1E-09	1,1E-09
Liten gasmolnsexplosion	5	10%	10,0%	1,6%	0,0E+00	0,0E+00	9,3E-11
Stor jetfflamma	45	10%	90,0%	17,0%	7,0E-09	1,8E-08	8,4E-09
Stor gasmolnsexplosion	145	10%	290,0%	17,6%	5,9E-08	1,5E-07	8,9E-08
BLEVE	175	10%	350,0%	100,0%	4,2E-08	1,0E-07	1,7E-07
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>							
Litet läckage giftig gas	15	5%	30,0%	5,3%	1,9E-10	4,7E-10	1,9E-10
Stort läckage giftig gas	50	100%	100,0%	6,4%	1,5E-08	3,7E-08	1,5E-08
	260	50%	520,0%	4,9%	3,0E-08	7,5E-08	3,0E-08
	345	5%	690,0%	8,8%	7,1E-09	1,8E-08	7,1E-09
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>							
Liten pölbrand	15	10%	30,0%	100,0%	2,8E-07	7,0E-07	2,8E-07
Stor pölbrand	25	10%	50,0%	100,0%	2,8E-07	7,0E-07	1,4E-07
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>							
Explosivartad självantändning	60	100%	120,0%	100,0%	1,6E-08	3,9E-08	0,0E+00
	200	50%	400,0%	100,0%	9,9E-09	2,5E-08	0,0E+00
<b>Tågbrand</b>							
Brand i godståg	25	10%	50,0%	100,0%	1,4E-06	1,4E-06	7,2E-06

## C.2 BERÄKNING AV SAMHÄLLSRISK

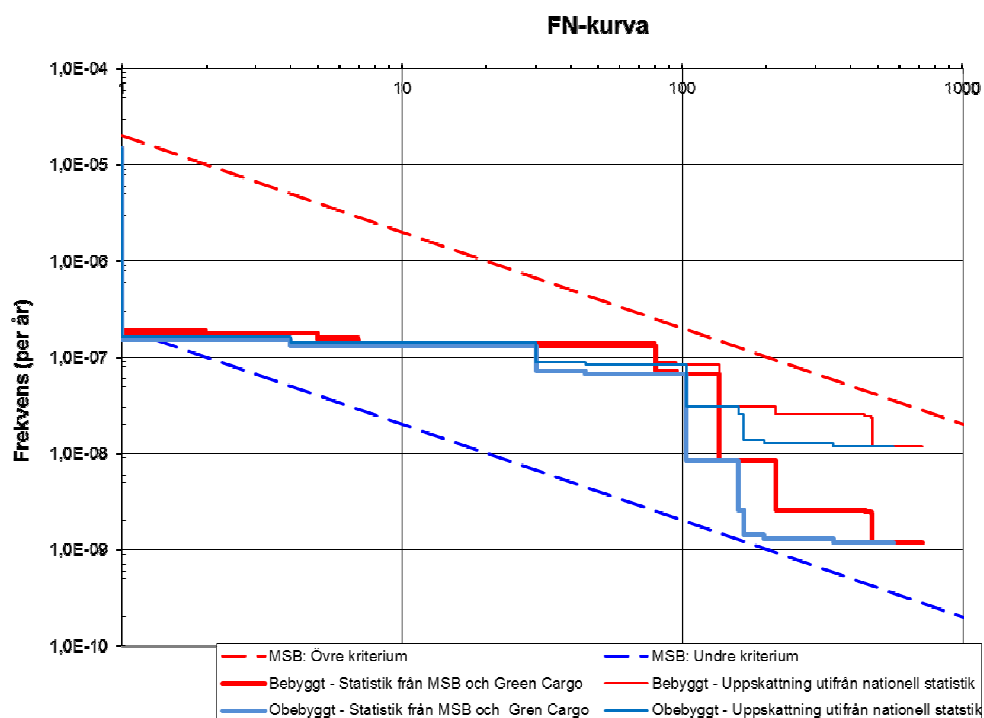
Samhällsrisk omfattar den påverkan som en riskkälla medför för hela sin omgivning. Således inkluderas även områden utanför aktuellt planområde. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvensen plottas mot konsekvens i ett logaritmerat diagram. Frekvensen uttrycks i förväntat antal olyckor per år ( $\text{år}^{-1}$ ) och konsekvensen i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

De angivna riskkriterierna gäller för en 1 000 meter lång sträcka av järnväg alternativt väg. Frekvensberäkningarna har gjorts för en sträcka på 200 meter. Hänsyn till detta kan tas antingen genom att räkna om de beräknade frekvenserna alternativt omvandla kriterierna så att de gäller den aktuella sträckan. Valet av metoden påverkar inte resultatet. I denna analys kommer kriterierna att omvandlas så att de motsvarar den studerade sträckan.

Även avseende samhällsrisk är det ett par faktorer som behöver beaktas, nämligen:

1. Främst gäller det antalet personer inom möjligt skadeavstånd från Nynäsbanan. Persontätheten varierar även över dygnet. Dessa antaganden redovisas i Bilaga B och påverkar konsekvensberäkningarna.
2. En olycka har antagits ske mitt för det aktuella planområdet.
3. Fördelningen mellan när godstrafiken sker på Nynäsbanan bedöms vara relativt jämn. Den höga belastningen på järnvägen under dagtiden innebär att flera godståg kommer gå nattetid jämfört med nationell statistik. 50 % av transportererna bedöms ske dagtid, övriga 50 % bedöms ske nattetid.

I figur C.5 redovisas beräknad samhällsrisk inom det studerade området. Beräkningar av samhällsrisk har genomförts med den planerade förändringen av det aktuella planområdet samt med hänsyn till befintlig bebyggelse i kringliggande områden inom 150 m från olycksplatsen. För att studera hur den nya bebyggelsen påverkar samhällsrisk inom det aktuella området (inkl. närområdet) redovisas även den beräknade samhällsrisk med befintliga förhållanden, d.v.s. utan ny bebyggelse. Samhällsrisk för både nollalternativ och utbyggnadsalternativ redovisas med avseende på trafiken år 2030. Underlaget till F/N-kurvan redovisas i tabell C.3. Respektive riskkurva redovisas som ett intervall (tjock respektive smal linje) med hänsyn till de olika underlag som har använts, d.v.s. sammanvägning av statistik från MSB och Green Cargo respektive Trafikanalys.



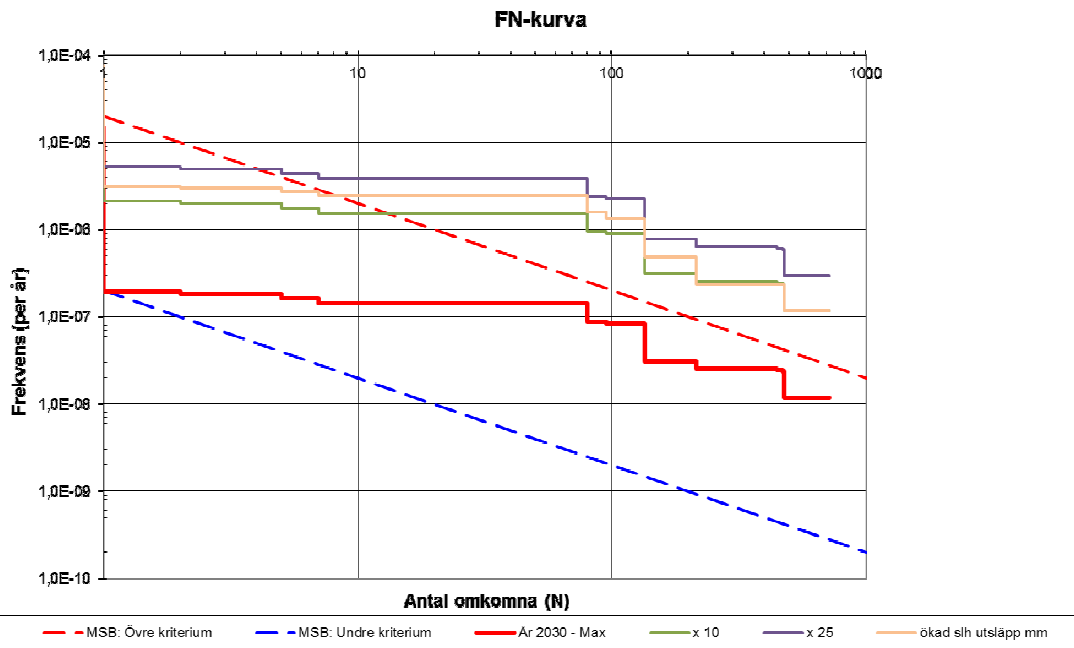
Figur C.5. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för ny bebyggelse respektive befintliga förutsättningar inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan.

## C.2.1 Känslighetsanalys

I figur C.6 redovisas samhällsriskerna för den känslighetsanalys som har utförts avseende följande parametrar:

1. Ökat antal transporter med farligt gods
2. Ökad sannolikhet för utsläpp och antändning av utsläpp m.m. till följd av olycka.

Underlaget redovisas i tabell C.4.



Figur C.6. Känslighetsanalys – Samhällsrisk.

## C.2.2 Tabeller – underlag samhällsriskberäkningar

Tabell C.3. Underlag för beräkning av samhällsrisk för ny bebyggelse inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan.

Scenario	Antal omkomna				Andel av dygn	Reducerad frekvens	
	Utbyggnadsalternativ		Noilalternativ			År 2030	
	Min	Max	Min	Max		Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik	Uppskattning utifrån nationell statistik
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>							
Detonation 25 ton masseexplosivt ämne							
Dagtid	270	470	195	345	50%	0,0E+00	1,6E-10
Nattetid	295	445	130	195	50%	0,0E+00	1,6E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>							
Liten jetflamma	0	0	0	0	100%	2,3E-08	2,1E-08
Liten gasmolnexplosion	0	0	0	0	100%	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma							
Dagtid	4	7	4	4	50%	2,3E-08	2,1E-08
Nattetid	3	5	0	0	50%	2,3E-08	2,1E-08
Stor gasmolnexplosion					50%		
Dagtid	80	135	63	103	50%	5,8E-08	5,3E-08
Nattetid	55	80	20	30	50%	5,8E-08	5,3E-08
BLEVE							
Dagtid	110	185	93	158	50%	5,9E-09	5,4E-09
Nattetid	65	95	30	45	50%	5,9E-09	5,4E-09

106292

Forts. Tabell C.3.

Scenario	Antal omkomna				Andel av dygn	Reducerad frekvens	
	Utbyggnadsalternativ		Nollalternativ			År 2030	
	Min	Max	Min	Max		Statistik från MSB, Green Cargo och Norvik	Uppskattning utifrån nationell statistik
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>							
Litet läckage giftig gas							
<i>Dagtid</i>	1	2	1	1	50%	1,2E-09	1,2E-08
<i>Natttid</i>	0	0	0	0	50%	1,2E-09	1,2E-08
Stort läckage giftig gas							
<i>Dagtid</i>	415	715	320	565	50%	1,2E-09	1,2E-08
<i>Natttid</i>	315	475	110	165	50%	1,2E-09	1,2E-08
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>							
Liten pölbrand	0	0	0	0	100%	9,4E-07	8,6E-07
Stor pölbrand							
<i>Dagtid</i>	0	1	0	1	50%	2,8E-07	2,6E-07
<i>Natttid</i>	0	0	0	0	50%	2,8E-07	2,6E-07
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>							
Explosivartad självantändning							
<i>Dagtid</i>	270	470	195	345	50%	1,1E-10	8,2E-10
<i>Natttid</i>	295	445	130	195	50%	1,1E-10	8,2E-10
<b>Tågbrand</b>							
Brand i godståg							
<i>Dagtid</i>	0	1	0	1	50%	1,4E-05	1,4E-05
<i>Natttid</i>	0	0	0	0	50%	1,4E-05	1,4E-05

Tabell C.4. Underlag för beräkning av samhällsrisk för ny bebyggelse inom del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. och dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med trafiken på Nynäsbanan – Känslighetsanalys.

Scenario	Antal omkomna		Andel av dygn	Reducerad frekvens		
	Min	Max		År 2030 x 10	År 2030 x 25	Ökad slh utsläpp mm
<b>Klass 1. Explosiva ämnen</b>						
Detonation 25 ton massexplosivt ämne						
Dagtid	270	470	50%	1,6E-09	4,0E-09	1,6E-10
Natttid	295	445	50%	1,6E-09	4,0E-09	1,6E-10
<b>Klass 2.1. Brännbara gaser</b>						
Liten jetflamma	0	0	100%	2,3E-07	5,8E-07	5,8E-07
Liten gasmolnexplosion	0	0	100%	0,0E+00	0,0E+00	5,8E-07
Stor jetflamma						
Dagtid	4	7	50%	2,3E-07	5,8E-07	2,8E-07
Natttid	3	5	50%	2,3E-07	5,8E-07	2,8E-07
Stor gasmolnexplosion			50%			
Dagtid	80	135	50%	5,8E-07	1,5E-06	8,7E-07
Natttid	55	80	50%	5,8E-07	1,5E-06	8,7E-07
BLEVE						
Dagtid	110	185	50%	5,9E-08	1,5E-07	2,5E-07
Natttid	65	95	50%	5,9E-08	1,5E-07	2,5E-07
<b>Klass 2.3 Giftiga gaser</b>						
Litet läckage giftig gas						
Dagtid	1	2	50%	1,2E-07	2,9E-07	1,2E-07
Natttid	0	0	50%	1,2E-07	2,9E-07	1,2E-07
Stort läckage giftig gas						
Dagtid	415	715	50%	1,2E-07	2,9E-07	1,2E-07
Natttid	315	475	50%	1,2E-07	2,9E-07	1,2E-07
<b>Klass 3. Brandfarliga vätskor</b>						
Liten pölbrand	0	0	100%	9,4E-06	2,3E-05	9,4E-06
Stor pölbrand						
Dagtid	0	1	50%	2,8E-06	7,0E-06	1,4E-06
Natttid	0	0	50%	2,8E-06	7,0E-06	1,4E-06
<b>Klass 5. Oxiderande ämnen</b>						
Explosivartad självantändning						
Dagtid	270	470	50%	8,2E-09	2,1E-08	8,2E-10
Natttid	295	445	50%	8,2E-09	2,1E-08	8,2E-10
<b>Tågbrand</b>						
Brand i godståg						
Dagtid	0	1	50%	1,4E-05	1,4E-05	7,2E-05
Natttid	0	0	50%	1,4E-05	1,4E-05	7,2E-05

**Del av Bonden 1 och del av Hammartorp 1:1 m.fl. i  
Trångsund, Huddinge kommun**

**Risikanalys avseende närheten till Nynäsbanan**

**BILAGA D**

**METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR**



## D.1 INLEDNING

I denna bilaga beskrivs och redovisas de metoder som har använts samt de förutsättningar som finns för arbetet med riskanalysen. Informationen i denna bilaga är av allmän karaktär och redovisas med syfte att tydliggöra de metoder som har använts under analysarbetet samt redogöra för de förutsättningar som gäller.

I huvudrapporten refereras det till vissa stycken i denna bilaga. Det kan då vara bra att läsa igenom dessa för att få en tydligare bild av bakgrunden till dessa resonemang.

## D.2 FÖRUTSÄTTNINGAR

### D.2.1 Lagstiftning och riktlinjer

#### D.2.1.1 Riskhänsyn vid fysisk planering

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)**.

Länsstyrelsen i Stockholms Län anger i Rapport 2000:01 "Riskhänsyn vid ny bebyggelse" /1/ att om bebyggelse planeras inom ett avstånd mindre än 100 meter från väg för transport av farligt gods eller järnväg så skall en riskanalys utgöra ett av beslutsunderlagen i planärendet. Vidare rekommenderas olika skyddsavstånd vilka redovisas i Tabell D.1. För att undvika risker förknippade med urspårning och olyckor med petroleumprodukter rekommenderas dessutom att 25 meter närmast järnväg och väg med transport av farligt gods lämnas byggnadsfritt.

I rapporten konstateras även att risksituationen i vissa fall kan behöva utredas även utanför 100 m.

---

/1/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01

Tabell D.1. Av Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderade skyddsavstånd till infrastruktur med transporter av farligt gods samt bensinstationer.

Riskkälla	Typ av bebyggelse	Avstånd
Vägar med transporter av farligt gods	Tät kontorsbebyggelse	40 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	75 m
	Personintensiv verksamhet	75 m
Järnvägar	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m
Bensinstationer	Tät kontorsbebyggelse	25 m
	Sammanhållen bostadsbebyggelse	50 m
	Personintensiv verksamhet	50 m

De angivna skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Rekommenderade skyddsavstånd omfattar markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

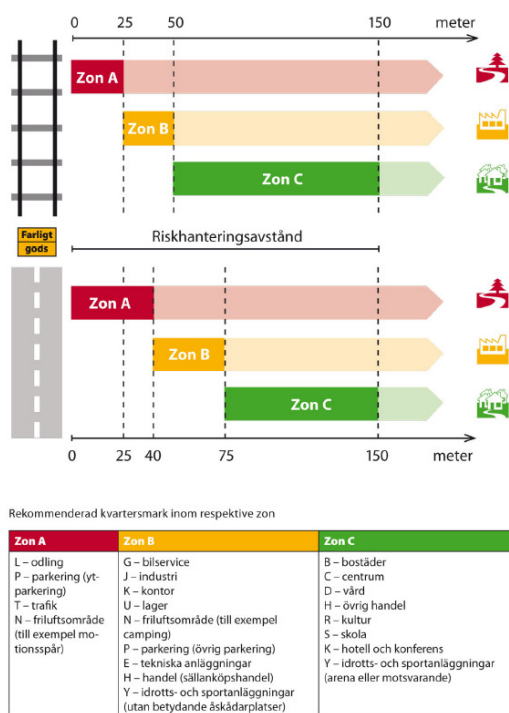
En ny rapport från Länsstyrelsen har varit på remiss under hösten 2012 /2/. I denna redovisar Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter. I figur D.1 redovisas förslaget på skyddsavstånd som redovisas i den nya rapporten. Observera att dessa eventuellt kan komma att ändras till följd av bland annat inkomna remissynpunkter och vidare bearbetning av rapporten.

I rapporten tydliggör även Länsstyrelsen sin syn på skyddsavståndet 25 meter från transportled för farligt gods:

*”Länsstyrelsen anser att det, i princip oberoende av den aktuella risknivån och andra säkerhetsåtgärder, bör finnas ett skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägar och järnvägar med transporter av farligt gods och kvartersmark i zon B eller C.*

*Att upprätthålla skyddsavståndet på 25 meter anses vara särskilt viktigt för kvartersmark i zon C. ”*

/2/ Riskhänsyn vid planläggning av bebyggelse, människors säkerhet intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, remiss september 2012



Figur D.1. Sammanfattning av Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark, remissutgåva 2012.

## D.2.2 Värdering av risk

### D.2.2.1 Principer för riskvärdering

Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är:

- **Principen om undvikande av katastrofer.** Katastrofer ska undvikas.
- **Fördelningsprincipen.** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- **Rimlighetsprincipen.** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- **Proportionalitetsprincipen.** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällans nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

### D.2.2.2 Acceptanskriterier i Stockholms län

I Stockholms län används normalt de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk* /3/. I tabell D.2 redovisas dessa kriterier.

Tabell D.2. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	$10^{-5}$	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	$10^{-7}$	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna avseende samhällsrisk gäller för en väg-/järnvägssträcka av 1 km vilket i princip innebär att om de studerade området omfattar en kortare sträcka ska även den tillåtna risknivån reduceras. Exempelvis för ett område på 100 meter ska då endast en tiondel av samhällsrisk tillåtas. Samhällsrisk är då att betrakta som en form av grupprisk.

## D.3 METOD

### D.3.1 Riskinventering

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör sedan grunden för den fortsatta analysen.

### D.3.2 Inledande riskanalys

Utifrån genomförd inventering görs en uppställning av möjliga händelser som kan påverka människor inom det studerade området. För identifierade olyckshändelser 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.

### D.3.3 Fördjupad riskanalys

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en mer detaljerad analys. I den detaljerade analysen kvantifieras risken genom beräkningar av frekvens och konsekvens för respektive scenario. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas vanligen i form av samhällsrisk eller individrisk, se nedan.

---

/3/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

### D.3.3.1 Samhällsrisk

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.

### D.3.3.2 Individrisk

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.

### D.3.3.3 Hantering av osäkerheter – känslighetsanalys

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

### D.3.3.4 Värdering av risk

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk* [3] ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som används i denna analys.

Kriterierna omfattar både individrisk och samhällsrisk och 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-området (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.

## D.3.4 Riskreducerande åtgärder

I de fall där det, utifrån använda acceptanskriterier (se D.2.2.2), visar sig att risknivån är oacceptabelt hög anges förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder. Förslag till åtgärder ges även i de fall där risknivån befinner sig i gråzonen mellan acceptabla och oacceptabla risker, det s.k. ALARP-området. I vilken utsträckning åtgärder vidtas i detta fall beror till stor del på kostnadseffektiviteten i föreslagna lösningar samt planerad verksamhet då nivån för vad som bedöms som tolerabel risk varierar något beroende på verksamhet.

### D.3.4.1 Diskussion kring rimlighet

För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man beakta begreppet tolerabel risk. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, vilket beror på att bedömningen av huruvida risknivån är acceptabel eller inte varierar något mellan olika verksamheter.

Den undre av de angivna kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) på den totala risknivån ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen är befolkade dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.

Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.