

## **Risikanalyt**

Kopparlunden DP - Öst

Underlag för detaljplanearbete

2025-10-16

**Dokumenttyp:** Riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Kopparlunden DP - Öst  
**Uppdragsnummer:** 508979  
**Datum:** 2025-10-16  
**Status:** Underlag för detaljplanearbete  
**Uppdragsledare:** Pierre Wahlqvist  
**Handläggare:** Pierre Wahlqvist  
Tel: 08-588 188 37  
E-post: pierre.wahlqvist@bsl.se  
**Uppdragsgivare:** Klöver Cylindern HB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2023-07-07	PWT	LSS	Första versionen, granskningshandling
2024-05-20	PWT	LSS	Andra version, samrådsversion
2025-10-16	PWT	LSS	Tredje versionen, revideringar inför granskning

Denna handling utgör en tredje version av riskanalysen. Reviderade avsnitt är markerade med streck i marginalen. Viktiga förändringar mot tidigare versioner utifrån riskperspektiv är att den förskola som tidigare var planerad till gjuteribyggningen har utgått, möjligheten till hotell har tillkommit i höghuset och volymerna i bostadskvarteren är justerade.

## Sammanfattning

Inom området Kopparlunden i Västerås planeras ett större exploateringsområde med uppförande av ny blandad bebyggelse i form av kontor, bostäder, handel, hotell, verksamheter etc. Exploateringsområdet har delats in i fyra detaljplaner varav denna riskanalys görs för den sista delen benämnd DP Öst. Övriga tre detaljplaner vann laga kraft 2021. DP Öst ligger i ett utsatt läge där området exponeras för risker från både Mäljarbanan och E18.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås. Riskanalysen ska utgöra underlag för den nya detaljplanen. 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 samt på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

I Västmanlands län tillämpas en riskpolicy som tagits fram gemensamt av länsstyrelserna i Stockholm, Västra Götaland och Skåne län. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagande av detaljplaner inom 150 meter från vägar och järnvägar med transporter av farligt gods. Vidare anger riktlinjer från Mälardalens Brand- och Räddningsförbund (MBR) att en skyddsanalys ska upprättas vid ny bebyggelse i Västerås stad inom 100 meter från E18 och att en riskanalys ska upprättas vid bebyggelse utmed Mäljarbanan om man frångår vägledning för markanvändning intill spåret. Denna handling avser att fungera både som riskanalys för närheten till Mäljarbanan och som skyddsanalys med avseende på närheten till E18.

Genomförd riskanalys visar att identifierade risker förknippade med järnvägen och motorvägen har en betydande inverkan på riskbilden inom området, speciellt riskmättet samhällsrisik. Detta eftersom exploateringsgraden är hög vilket medför att ett stort antal människor riskerar att påverkas en inträffad olycka. De kumulativa effekterna som uppstår på grund av närheten till både E18 och Mäljarbanan är dock begränsade.

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).

- För teknikbyggnader som är placerade inom ytor tillhörande Mälarenergi rekommenderas att fasader utförs i obrännbart material samt att utrymningsmöjlighet finns i riktning bort från järnvägen. *Observera att krav ej gäller retroaktivt på befintlig bebyggelse utan aktualiseras vid ombyggnation eller uppförande av nya byggnader.*

Vid ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Ytor mellan Mäljarbanan och kvarteren ska utföras så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras, dessa ytor ska inte heller bebyggas med komplementbyggnader.
- Ytor mellan E18 och kontorshuset ska utföras så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras, dessa ytor ska inte heller bebyggas med komplementbyggnader.
- Ny bebyggelse ska placeras minst 40 meter från E18 (mätt från väggkant och med undantag för användning E i plankartan, ställverk och transformatorstation).
- Ny bebyggelse ska placeras minst 50 meter från Mäljarbanan, befintligt gjuteri finns på cirka 40 meter.
- För byggnader inom 50 meter från järnvägen rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Fasader utförs i obrännbart material samt med fönster i lägst härdat och laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter.
- För byggnader inom 100 meter från Mälarsebanan och E18 rekommenderas följande åtgärder vidtas:
  - Säkerställd utrymning ska finnas för personer som befinner sig i byggnader på så sätt att åtminstone en av utrymningsvägarna från samtliga utrymmen med stadigvarande vistelse ska mynna på säker sida (bort från järnvägen och E18).
  - Friskluftsintag ska placeras mot trygg sida, bort från riskkällorna alternativt placeras friskluftsintagen på byggnadernas tak riktade bort från riskkällorna.
- För kontorshuset rekommenderas obrännbar fasad på grund av våningshöjden.
- Användning av gjutbeton begränsas till att inte tillåta större samlingslokaler med stora personantal. Maximalt 150 personer i brandcell med fasad mot Mälarsebanan och 300 personer i brandcell utan fasad mot Mälarsebanan.
- I den vidare exploateringen av DP Öst ska minst 2 meters skyddsavstånd (horisontellt) hållas mellan byggnader och biogasledning.
- E18 förses med avrinningskydd så att ett läckage av brandfarlig vätska inte riskerar att rinna från vägbanan mot planområdet. Befintligt vägräcke ska bytas till räcke i kapacitetsklass H2.
- Fasader inom 50 meter från Mälarsebanan som vetter mot järnvägen ska inte förses med balkonger. Detta för att förhindra att personer vistas utomhus i ett exponerat läge vid exempelvis ett utsläpp av giftig gas.

Med föreslagna åtgärder bedöms risknivån i området kunna accepteras. Åtgärderna är även i linje med de åtgärder som antagits för övriga detaljplaner inom exploateringsområdet Kopparlunden.

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrund .....	6
1.2 Syfte .....	6
1.3 Omfattning .....	6
1.4 Underlag .....	6
1.5 Egenkontroll och internkontroll .....	6
1.6 Förutsättningar .....	7
<b>2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET .....</b>	<b>11</b>
2.1 Områdesbeskrivning .....	11
2.2 Planerad bebyggelse .....	13
<b>3. RISKINVENTERING .....</b>	<b>15</b>
3.1 Allmänt .....	15
3.2 Identifiering av riskkällor .....	17
<b>4. INLEDANDE RISKANALYS .....</b>	<b>21</b>
4.1 Metodik .....	21
4.2 Identifiering av olycksrisker .....	22
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk - Mälarbanan .....	22
4.4 Kvalitativ uppskattning av risk – E18 .....	23
4.5 Slutsats inledande riskanalys .....	24
<b>5. FÖRDJUPAD RISKANALYS .....</b>	<b>25</b>
5.1 Metodik .....	25
5.2 Resultat riskberäkningar individrisk .....	27
5.3 Resultat riskberäkningar samhällsrisk .....	29
5.4 Värdering av risk .....	30
5.5 Hantering av osäkerheter .....	30
<b>6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER .....</b>	<b>32</b>
6.1 Allmänt .....	32
6.2 Diskussion kring åtgärder .....	33
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning .....	37
<b>7. SLUTSATSER .....</b>	<b>38</b>
<b>8. BILAGOR .....</b>	<b>40</b>
<b>9. REFERENSER .....</b>	<b>41</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Området Kopparlunden i Västerås genomgår en större förändring med uppförande av ny blandad bebyggelse i form av bland annat kontor, bostäder samt handel. Kopparlunden är indelat i fyra områden och denna analys omfattar DP Öst. Sedan tidigare har arbete genomförts för DP Mitt, Syd och Norr och dessa detaljplaner vann laga kraft under 2021.

Kopparlunden som helhet angränsar i Norr mot E18 vilken utgör en primär transportled för farligt gods och i öster mot Mäljarbanan där transporter av farligt gods sker på järnväg. På andra sidan Mäljarbanan går Malmabergsgatan som är en sekundär transportled för farligt gods. Närheten till dessa riskkällor i förhållande till DP Öst medför att olycksrisker ska beaktas i detaljplanearbetet.

Denna analys syftar till att utreda risker förknippade med DP Östs närhet till E18 och Mäljarbanan för att undersöka om området kan exploateras utan att människor i området utsätts för oacceptabla risker. En kvalitativ riskbedömning avseende planområdets närhet till Malmabergsgatan görs även för att bedöma denna transportleds inverkan på riskbilden. I analysens riskvärderingsavsnitt vägs därför risknivån förknippad med farligt godstrafik på Malmabergsgatan in i den samlade bedömningen. I området finns även en nergrävd biogasledning som beaktas.

### 1.2 Syfte

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

### 1.3 Omfattning

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

Trafikanter på järnvägen samt på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

### 1.4 Underlag

Underlag för analysen utgörs av:

- Volymskisser Avstämning 20220906, Klöver och Dreem
- DP Öst skisser. Dreem och Klöver, 230615
- Telefonsamtal med Karin Lindwall, Dreem. 230626
- 250904\_1524-32 Kopparlunden DP Öst Yta mellan Gjuteriet och Verkstaden 6
- 2025-10-09 Kopparlunden öst plankarta UTKAST

Övrigt underlag hänvisas till löpande och finns sammanställt i avsnitt 9 - Referenser.

### 1.5 Egenkontroll och internkontroll

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

## 1.6 Förutsättningar

### 1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

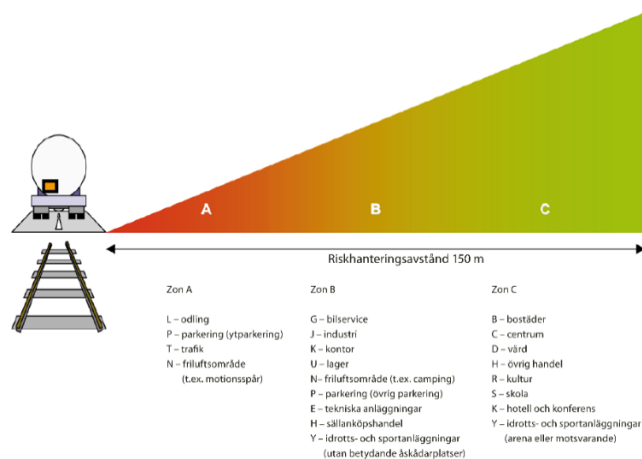
Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av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

Olika länsstyrelser har gett ut olika rekommendationer kring hänsyn till farligt gods i samhällsplaneringen. Gemensamt för de riktlinjer som olika myndigheter tagit fram eller hänvisar till är att de vanligen påvisar skyddsavstånd för olika verksamheter utan att beakta åtgärder/speciella förutsättningar men att de samtidigt ger möjligheten att göra avsteg från avstånden om en riskanalys påvisar att åtgärder eller förutsättningar ger en acceptabel risknivå. Nedan redovisas Länsstyrelsen i Västmanlands tillämpning samt riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholm. Vidare har Mälardalens Brand- och Räddningsförbund tagit fram specifika riktlinjer för exploatering i Västerås, se avsnitt 1.6.2.

Länsstyrelsen i Västmanlands län samt Stockholms län

I Västmanlands län tillämpas en riskpolicy som tagits fram gemensamt av länsstyrelserna i Stockholm, Västra Götaland och Skåne län /1/. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagande av detaljplaner inom 150 meter från vägar och järnvägar med transporter av farligt gods. Det redovisas inga detaljerade rekommendationer avseende skyddsavstånd i policyn men det redovisas en zonindelning för möjlig markanvändning i förhållande till järnväg och transportled för farligt gods, se Figur 1.1.

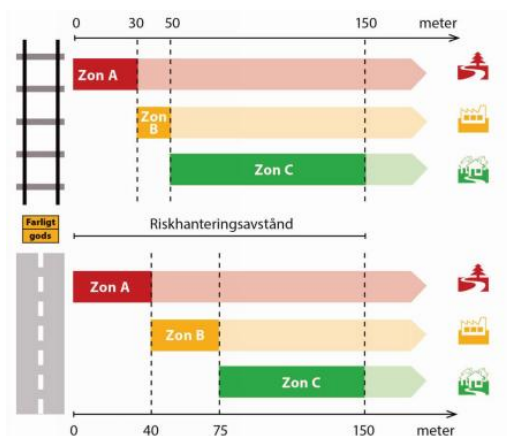
Den lokala riskbilden är sedan avgörande för markanvändningens placering där samma markanvändning kan tillhöra flera zoner.



Figur 1.1. Zonindelning avseende markanvändning i anslutning till väg/järnväg med transport av farligt gods /1/.

Sedan policyn ovan /1/ kom ut har Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram nya riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /2/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenteras skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.2.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1.2. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /2/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

Länsstyrelsen anger i sina riktlinjer generellt att skyddsavstånd är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid konsekvensen av en olycka än frekvensen av olyckan.

Avstånden i figur 1.2 avser lämpliga skyddsavstånd utan beaktande av riskreducerande åtgärder/förutsättningar. För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs. För planläggning nära järnvägen finns följande förtydligande:

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

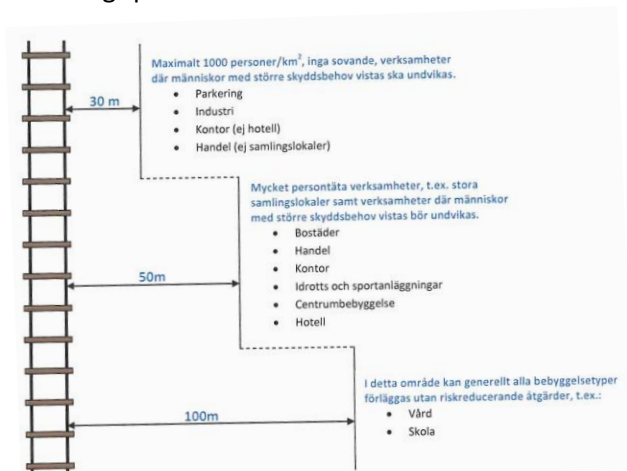
- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30
- friskluftsintag ska riktas bort från järnvägen
- det ska vara möjligt att utrymma bort från järnvägen på ett säkert sätt

## 1.6.2 Västerås riktlinjer

### Riktlinjer för exploatering kring Mäljarbanan

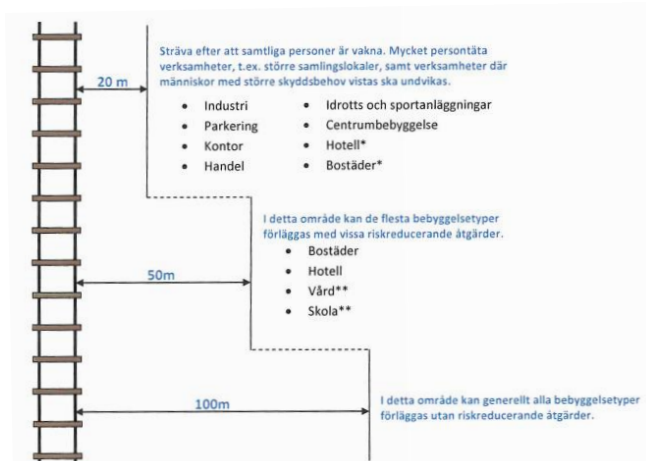
Vidare har Mälardalens Brand- och Räddningsförbund (MBR) tagit fram riktlinjer för ny och förändrad markanvändning intill järnvägen inom Västerås /3/. Riktlinjerna innehåller tre vägledningar (med olika grad av säkerhetshöjande åtgärder) för hur området närmast järnvägen kan planeras med olika typer av byggnader och verksamheter med hänsyn till risker som uppstår i samband med transport på järnväg:

**Vägledning 1** innehåller en generell beskrivning av avstånd till olika verksamhetstyper med syfte att användas vid en första lämplighetsbedömning av byggnadsplacering. Enligt vägledning 1 gäller Figur 1.3 övergripande:



Figur 1.3. Vägledning 1 /2/

**Vägledning 2** lämpar sig vid exploatering nära järnvägen och utgår från att skyddsåtgärd mot urspärning vidtas. Enligt vägledning 2 gäller Figur 1.4 övergripande:



Figur 1.4. Vägledning 2 /2/

\*-markering i figuren påvisar att skyddsnivån ska säkerställas då hotell och bostäder har sovande personer och klassas därför som en känslig verksamhet. En betydande faktor i denna bedömning ska vara skyddsavstånd.

\*\*-markeringen betyder att skyddsnivån ska påvisas för vård och skola.

För att tillämpa vägledning 2 ska byggnader i området 20–50 meter från järnvägen utformas med skyddsåtgärder bestående av:

- Brandskyddad fasad eller annat hinder för brandspridning
- Friskluftsintag, entréer, utrymningsvägar placeras så långt bort från järnvägen som möjligt.

- Minst en utrymningsväg ska finnas på motsatt sida av byggnaden som vetter mot järnvägen.
- Friskluftsintag placeras högt ifrån marken.

Vidare ska byggnader i området 50–100 meter från järnvägen utformas med skyddsåtgärder bestående av:

- Friskluftsintag, entréer, utrymningsvägar placeras så långt bort från järnvägen som möjligt.
- Minst en utrymningsväg ska finnas på motsatt sida av byggnaden som vetter mot järnvägen.
- Friskluftsintag placeras högt ifrån marken.

**Vägledning 3** ställer krav på att en särskild riskutredning utförs om riktlinjer i vägledning 1 och vägledning 2 frångås. Riskutredningen ska följa direktiv enligt MBR:s riktlinjer för riskutredningar.

Kopparlunden som helhet ligger inom de aktuella zonerna som påvisas ovan, så även DP Öst. Ett visst grundskydd erhålls med tanke på avstånd till järnvägen (ca 40 meter till tänkt bebyggelse med stadigvarande vistelse, 16 meter till befintliga Mälarenergis byggnader) men för att utreda relevansen av riskreducerande åtgärder utförs denna riskanalys enligt direktiv i MBR:s riktlinjer för riskutredningar (vägledning 3). Denna analys gäller specifikt DP Öst och utgår ifrån de detaljplaner som finns antagna för DP Mitt, Norr och Syd.

Enligt MBR:s riktlinjer ska en riskutredning följa de direktiv gällande riskutredningar som räddningstjänsten tagit fram åt Västerås stad (Dnr: 2004/144-MBR-S). Detta dokument med tillhörande bilagor avser att uppfylla riktlinjerna. Avvikelser finns men denna riskutredning motsvarar de rubricerande styckena på så vis att både innehåll och kvalitet motsvarar riktlinjerna.

### Riktlinjer för exploatering kring transportleder för farligt gods i Västerås

Det aktuella planområdet omfattas av *Västerås Översiktsplan 2026 /4/*. 1, den till översiktsplanen tillhörande, bilagan *Allmänna Intressen* redovisas olika intressen och förhållanden som är viktiga att beakta vid planering och byggande, bl.a. hänsyn till hälsa och säkerhet. Västerås stad arbetar med att ta fram ny detaljplan<sup>1</sup>.

Avseende ny bebyggelse i närheten av farligt godsleder hänvisas i *Västerås Översiktsplan 2026 /4/* till rapport som tagits fram av Mälardalens Brand- och Räddningsförbund (MBR): *Farligt gods på väg – Risker och skyddsåtgärder för ADR-transporter /5/*. Rapporten innehåller bl.a. riktlinjer för skyddsavstånd till bebyggelse m.m. utmed olika typer av vägar i Västerås (industrigata, stadsgata, E18 respektive Vasagatan/väg 66). Avseende E18 och Malmbergsgatan anges följande riktlinjer (avstånden mäts från närmaste vägkant):

#### E18

Bebyggelsefritt	0 – 40 m
Skyddsanalys	40 – 100 m
Skyddsavstånd	100 m
Riskbedömning	100–200 m

#### Malmbergsgatan

Bebyggelsefritt	0 – 40 m
Skyddsanalys	40 – 100 m
Skyddsavstånd	100 m
Riskbedömning	X

<sup>1</sup> <https://www.vasteras.se/bygga-bo-och-miljo/kommunens-planarbete/oversiktsplan/ny-oversiktsplan.html>

Riktlinjerna ovan betyder att vid ny bebyggelse inom 100 meter från E18 och från Malmbergsgatan ska en skyddsanalys utföras för att undersöka lämpliga skyddsåtgärder.

För vägar som är oklassade men där transporter ändå förekommer så förutsätts i /5/ att transporter sker den kortaste vägen från en farligt gods led till lossningsplats.

### 1.6.3 Metodik

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.

Omfattningen av respektive moment beskrivs i respektive avsnitt, se avsnitt 3–6.

Denna analys syftar till att utreda risker förknippade med DP Öst närhet till Mäljarbanan och E18 för att undersöka om området kan exploateras utan begränsningar med hänsyn till riskkällan. I analysens riskvärderingsavsnitt vägs även risknivån förknippad med farligt godstrafik på Malmbergsgatan in i den samlade bedömningen.

Då DP Öst hamnar nära skärningspunkten mellan Mäljarbanan och E18 kommer de kumulativa effekterna av de båda riskkällorna studeras specifikt.

## 2. Översiktlig beskrivning av området

### 2.1 Områdesbeskrivning

Planområdet DP Öst är beläget i Västerås stad och utgör en del av det större exploateringsområdet Kopparlunden. Den aktuella delen angränsar till detaljplan Mitt, Syd och Norr samt mot Mäljarbanan och E18. Se figur 2.1 nedan för hur de olika detaljplanerna inom Kopparlunden förhåller sig till varandra och avsnitt 2.1.2 för planerna som finns för DP Öst.



Figur 2.1. De olika detaljplanerna inom Kopparlunden.

### 2.1.1 Omgivande planer

Som ovan nämnt utgör detaljplaneområde Öst en del av det större exploateringsområdet för Kopparlunden i Västerås. Övriga detaljplaner angränsar direkt till det aktuella området. De tre andra detaljplanerna inom Kopparlunden har vunnit laga kraft och beskrivs överskådligt nedan.

Detaljplanerna inom övriga Kopparlunden har vunnit laga kraft och ses därför som en förutsättning. Utöver detta pågår ett större arbete på andra sidan Mäljarbanan som kallas för Mäljarporten<sup>2</sup>. Mäljarporten avser att exploateras till en ny, levande stadsdel med kvartersytor för kontor, bostäder, handel och service. Stadsdelen ska vara urban och mångsidig och innehålla tät och blandad bebyggelse.

Nedan presenteras en beskrivning och bedömning av respektive område inom Kopparlunden.

#### **Detaljplaneområde Norr**

Detta exploateringsområde angränsar direkt till E18 i norr, DP Öst i öster, DP Mitt i söder samt Kopparbergsvägen i väster. Planerad bebyggelse inom området utgörs generellt av kontor och bostäder. Avståndet mellan DP Öst och DP Norr är så stort att exploateringen inom de båda områdena generellt inte bedöms påverkas av samma risker/konsekvenser från Mäljarbanan men olyckor på E18 kan påverka båda områdena samtidigt.

#### **Detaljplaneområde Mitt**

Inom pågående detaljplanearbete planeras det för nybyggnation av bostäder, kontor samt mindre handel. Planerna omfattar bebyggelse för ovan nämnda verksamheter i 1–12 våningsplan. Inom planområdets östra delar bevaras och/ eller renoveras även i viss utsträckning befintlig bebyggelse, inrymmande handel och mindre näringsverksamhet. I denna del av planområdet återfinns en större byggnad förlagd inom fastigheten Verkstaden 6. Denna inrymmer främst kontorsverksamhet, men även mindre handel, hotell samt restaurang.

Utöver detta planeras det även för markparkering samt kvartersmark i anslutning till bebyggelsen.

Olycksrisker på Mäljarbanan med stora konsekvensområden kan teoretiskt påverka DP Öst och DP Mitt samtidigt vilket kan ge utslag på samhällsrisken för området. Beräkningar i denna analys utgår från det förslag som vann laga kraft 2021.

#### **Detaljplaneområde Syd**

Inom området planeras i första hand bostäder, kontor och parkeringsgarage. I vissa av bostadshusen längst bort från Mäljarbanan planeras för förskole-/skolverksamhet. Lokaler i markplan kommer till viss del att nyttjas för handel eller annan verksamhet.

Olycksrisker på Mäljarbanan med stora konsekvensområden kan teoretiskt påverka DP Öst och DP Syd samtidigt vilket kan ge utslag på samhällsrisken för området. Beräkningar i denna analys utgår från det förslag som vann laga kraft 2021.

#### **Övrigt**

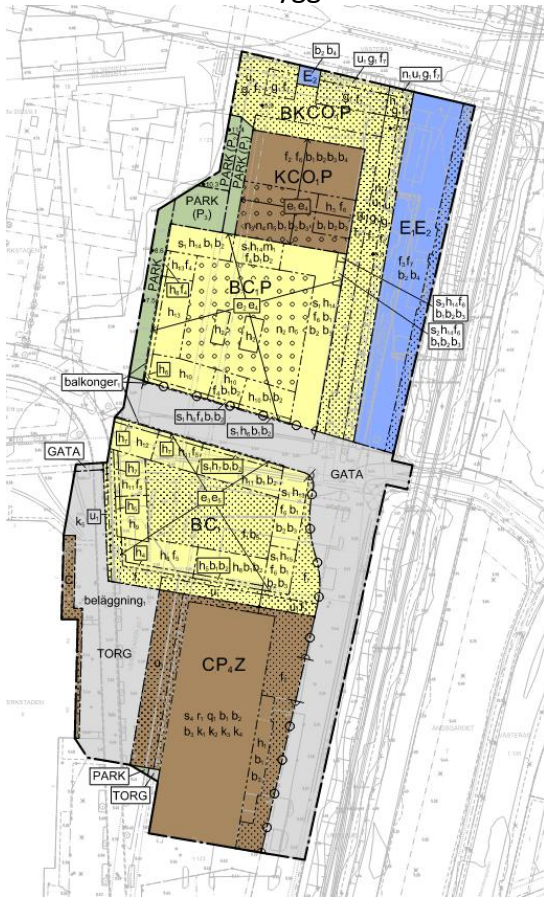
-

---

<sup>2</sup> <https://www.vasteras.se/kommun-och-politik/vasteras-utvecklas/malarporten/om-projekt-malarporten.html>

## 2.2 Planerad bebyggelse

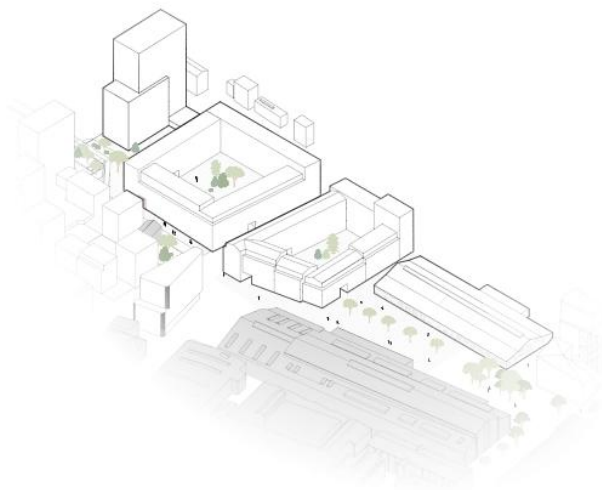
### 2.2.1 Planerad bebyggelse – DP Öst



Figur 2.2. DP Öst



Figur 2.3. DP Öst, inzoomning nya volymer



Figur 2.4. Volymer inom DP Öst

Till höger i figur 2.2 och 2.3 går Mälarbanan och Malmabergsgatan och uppåt går E18.

Närmst motorvägen planeras en högre **Kontorsbyggnad** på 20 våningar. Avstånd till motorvägen är som minst 40 meter och från Mälarbanan är det som minst 58 meter. Till Malmabergsgatan är det över 100 meter. BTA för planerade byggnader uppgår till:

- Ljus BTA – ca 19 200 m<sup>2</sup>
- Mörk BTA (under mark mot parkstråk, garage, cyklar, teknik etc.) – ca. 4770 m<sup>2</sup>

Ingen uppdelning finns gällande BTA för de olika användningarna som anges i plankartan.

Kvarteret närmst kontorsbyggnaden benämns som det **Norra bostadskvarteret**. Avstånd till motorvägen är som minst 88 meter och till Mälarbanan är det som minst 50 meter. Till Malmabergsgatan är det över 100 meter. Våningsantalet varierar från 6 till 10 där total BTA uppgår till:

- Ljus BTA – ca 25 100 m<sup>2</sup>
- Mörk BTA (delvis under mark mot parkstråk alt. en viss bit in i byggnaden samt garage, teknik, förråd, cyklar etc.) – ca 5470 m<sup>2</sup>

Mellan kontorsbyggnaden och norra bostadskvarteret planeras för ett torg/park på 1700 m<sup>2</sup>.

Det andra kvarteret som planeras benämns som det **Södra bostadskvarteret**. Avstånd till motorvägen är som minst 185 meter och till Mälarbanan är det som minst 50 meter. Till Malmabergsgatan är det över 100 meter. Våningsantalet varierar från 6 till 15 där total BTA uppgår till:

- Ljus BTA – ca 21 700 m<sup>2</sup>
- Mörk BTA (källare - cyklar, teknik, förråd) – ca 1740 m<sup>2</sup>

Längst söderut i planen är det gamla **Gjuteriet** som i delar kommer behållas men delar av tidigare tillbyggnader kommer tas bort. Originalbyggnaden är över 13 meter hög (räknat till lanterninen) och har ett planerat fotavtryck på 4500 m<sup>2</sup>. Antal våningar i Gjuteriet är inte bestämt men det finns möjlighet att delvis använda byggnaden med två våningar. I övrigt planeras det för olika typer av verksamheter i Gjuteriet liknande de som finns där dag med exempelvis gym, bilförsäljare etc. Avstånd till E18 är över 250 meter och till Mälarbanan är det ungefär 40 meter. Till Malmabergsgatan är det strax under 100 meter.

Närmst järnvägen finns befintlig bebyggelse i form av byggnader som tillhör Mälarenergi. Byggnaderna innehåller elektriska installationer (ställverk) och betraktas som samhällskritisk verksamhet. Byggnaderna är placerade så nära som 16,75 meter från spårmiten men de innehåller ingen stadigvarande vistelse utan människor vistas endast där tillfälligt i samband med arbete på utrustningen i byggnaderna.

Det ska observeras att avstånden ovan är utifrån närmsta väggkant respektive spårmiten. I tidigare arbete med Kopparlundens andra detaljplaner har en möjlig utökning av antal spår på Mälarbanan beaktats vilket medför att avstånden från Mälarbanan skulle bli cirka 4,5 meter kortare.

### 2.2.2 Planerat kontorshus (med hotell)

Höga hus medför vanligen risker som skiljer sig från andra byggnader, exempelvis kan det ta längre tid att utrymma. I kommande projektering kommer det då säkerställas att människor kan ta sig ut från byggnaden beaktat byggnadshöjden. För att säkerställa att människor i huset kommer ut på en säker plats är det relevant att ställa krav på att en säker plats kan nås även vid en inträffad händelse utanför byggnaden, detta beaktas i avsnitt 6.

Det är rimligt att utgå ifrån att byggnaden ska utföras med obrännbar fasad eftersom det ytterligare kan ge tid för utrymning jämfört med en brännbar fasad eller en fasad med brännbara inslag, detta beaktas i avsnitt 6.

Vidare behöver miljön i byggnaden säkerställas på ett annat sätt än en byggnad med ett lägre antal våningar, i avsnitt 6 beaktas därför krav på friskluftsintag och möjligheten till utrymning.

### 2.2.3 Verksamhet och uppskattat personantal

Personantalet för planområdet och dess omgivningar är hämtat från det pågående planarbetet, och utgår från följande förutsättningar:

- Genomsnittlig persontäthet inom kontor och hotell uppskattas grovt till ca 0,05 personer per m<sup>2</sup> BTA (1 person per 20 m<sup>2</sup>).
- Genomsnittlig persontäthet för bostäder uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m<sup>2</sup> BTA (1 person per 30 m<sup>2</sup>).
- Genomsnittlig persontäthet för handel och centrum uppskattas grovt till ca 0,5 personer per m<sup>2</sup> BTA (1 person per 2 m<sup>2</sup>).
- Genomsnittlig persontäthet utomhus uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m<sup>2</sup> (50 person per hektar).
- Garage/parkeringshus ses inte som stadigvarande vistelse och persontätheten däri uppskattas motsvara persontätheter utomhus.
- Persontätheten inom aktuell bebyggelse kan variera relativt kraftigt under dygnet med hänsyn till olika verksamheter inom området. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

### 2.2.4 Förutsättningar planerad bebyggelse

Föreslagen utformning innebär att följande avstånd erhålls till E18, Mäljarbanan och Malmabergsgatan till planerade delar av DP Öst:

Typ av verksamhet	E18	Mäljarbanan	Malmabergsgatan	Personantal
Kontorshus	40 meter	58 meter	+100 meter	950
Torget	64 meter	58 meter	+100 meter	8
Norra bostadskvarteret	88 meter	50 meter	+100 meter	850
Södra bostadskvarteret	185 meter	43 meter	+100 meter	780
Gjuteriet	+250 meter	34 meter	100 meter	750*

\*För gjuteriet är användningen så diversifierad (centrum, parkering och verksamheter) att personantalet grovt uppskattas till 750 personer i lägen med stor personbelastning utifrån de verksamhetstyper som anges tidigare i detta avsnitt.

## 3. Riskinventering

### 3.1 Allmänt

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

Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

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

### 3.1.1 Farligt gods

Ämnen klassade som farligt gods är det som till stor del kan ge upphov till oväntade och plötsliga olyckshändelser och kunskap om dessa är därför viktigt i en riskanalys.

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

I Tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR/RID.

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

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själva eller i 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 nio klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

Vilka skadeområden som kan uppstå vid händelse av olycka vid transport av farligt gods varierar beroende på farligt godsklass samt transporterad mängd ämne. I Tabell 3.1 nedan redovisas möjliga skadeområden fördelat på respektive farligt godsklass.

Tabell 3.2. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR/ RID-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder ( $\geq 2$ ton) överstiga 50–200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2–1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, 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 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.

### 3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt projekt har följande riskkällor identifierats för DP Öst:

- Mälarbanan – järnväg för persontrafik samt godstrafik
- Malmabergsgatan – sekundär transportled för farligt gods
- Ledning för biogas förlagd i mark
- E18 – primär transportled för farligt gods

Dessa riskkällor utgörs av så kallade linje-riskkällor som sträcker sig utmed hela det aktuella planområdet.

I området kring Kopparlunden finns även andra riskkällor (exempelvis bensinstationer och bussdepå med biogashantering). Avståndet från dessa riskkällor till DP Öst är dock så stort att de inte beaktas vidare i denna analys. Inom själva området Kopparlunden har inga riskkällor identifierats.

#### 3.2.1 Mälarbanan

Järnvägen genom Västerås utgör en del av Mälarbanan. I höjd med planområdet består järnvägen av två spår, med fyra växlar utmed Kopparlunden. Högsta tillåtna hastighet på den aktuella sträckan är 200 km/h för både persontåg och godståg.

En ombyggnation planeras för ombyggnation/utveckling av station Västerås C och omkringliggande stationsområde. Stationen och stationsområdet är beläget söder om Kopparlunden. Stationsprojektet är pågående och har inte landat i sin slutgiltiga utformning gällande spårutformning i anknytning till stationen. Dock bedöms dessa framtida förändringar inte ge upphov till några förändrade förutsättningar gällande järnvägstrafiken och den trafikmängd som passerar Kopparlunden.

Enligt information från Trafikverket /6/ passerar det ca 110 persontåg och 8 godståg förbi Västerås C varje dygn, det antas att trafiksituationen är den samma vid förbi Kopparlunden. Förbi området körs även vagnar lastade med farligt gods.

#### Framtid

Prognosen som Trafikverket tagit fram för Västerås innebär ett trafikflöde år 2040 på cirka 150 persontåg och 25 godståg per dygn /7/.

#### **Transporter av farligt gods**

Utifrån underlag från Trafikverket för åren 2013–2015 /6/ på den aktuella delen av Mäljarbanan uppskattas att antalet vagnar som var lastade med farligt gods till ungefär 5,4 % av den totala godsmängden. Under samma period var det nationella andelen transporter av farligt gods på järnväg 4–5 % /8/. Fördelning inom respektive farligt godsklass har erhållits men eftersom Trafikverket har bedömt uppgifterna som känsliga får de inte redovisas i sin helhet<sup>3</sup> i denna rapport. Utifrån underlaget konstateras dock att samtliga farligt godsklasser utom 1 och 7 (se Tabell 3.1) transporteras på aktuell järnvägssträcka. Vanligast förekommande är ämnen ur klass 9 (övriga farliga ämnen). Underlaget från Trafikverket bedöms som relevant även om det bygger på trafiken 2013–2015. Försök har gjorts för att erhålla uppdaterade siffror men Trafikverket meddelar att de inte längre har tillgång till sådan information<sup>4</sup>.

#### Framtid

Det har inte tagits fram någon prognos för framtida transporter med farligt gods förbi området. För den fortsatta analysen antas att andelen farligt gods som passerar är oförändrad gentemot dagens situation, d.v.s. 5,4 % av godstrafiken.

För att beakta de osäkerheter som finns kring transport av farligt gods på Mäljarbanan beaktas detta i en känslighetsanalys där farligt gods enligt ett nationellt snitt på Mäljarbanan studeras (se avsnitt 5.5).

#### **3.2.2 Malmabergsgatan**

Öster om Mäljarbanan passerar Malmabergsgatan som utgör en sekundär transportled för farligt gods. Avstånd till närmsta planerade bebyggelse inom DP Öst strax under 100 meter. Avståndet medför att de skyddsavstånd som anges i /5/ för uppförande av byggnad utan att beakta risken uppfylls så när som på någon meter.

På den aktuella delen av Malmabergsgatan passerar vägen med två filer i vardera riktning. Det finns även en större plankorsning i höjd med området. Skyltad hastighet är 50 km/h. Enligt upprättad riskanalys för Detaljplan 1845 inom Ängsgärdet uppskattas ÅDT år 2030 vara 19 277 varav andelen tung trafik är 9%.

---

<sup>3</sup> För att ta del av denna information hänvisas till Trafikverket

<sup>4</sup> Mail från biträdande samhällsplanerare, region Öst. 2023-05-15.

Underlag till /5/ utgörs av *Riskutredning av farligt gods leder i Västerås tätort* upprättad av Grontmij 2009. I den angavs ÅDT till 11 900 och cirka 6,7% av transportererna var tung trafik. I den transporteras endast farligt gods ur klasserna 2 och 3 på Malmabergsgatan. Fördelningen är 99,8% klass 3 och 0,2% klass 2. Klass 3 bedöms i den analysen endast ge skadeområde på kring 40 meter, vilket betyder att dom olyckorna inte påverkar DP Öst. Av gastransportererna är 89% transporter av undergrupp 2.2 som i sig endast medför lokala konsekvenser och som då inte heller påverkar DP Öst. 10% av gastransportererna bedöms utgöras av brandfarliga gaser och 1% utgörs av giftiga gaser. Olyckor med brännbara gaser bedöms i 30% av fallen medföra antändning. 16,7% av de befärdade olyckorna med brännbar gas medför så stora utsläpp att de kan medföra påverkan på Kopparlundens DP Öst. Alla utsläpp av giftig gas på vägen medför skadeområden som täcker delar av DP Öst. Total olycksfrekvensen där farligt gods är inblandat har i den analysen beräknats till 2.3E-4.

Frekvensen för att en olycka på Malmabergsgatan ska medföra utsläpp av gas som påverkar DP Öst sätts då till:

Brännbar gas:  $2,3E-4 * 0,002 * 0,1 * 0,3 * 0,167 = 2,3E-9$

Giftig gas:  $2,3E-4 * 0,002 * 0,01 = 4,6E-10$

Frekvenserna ovan är mycket små och bidrar endast marginellt till risknivån vid DP Öst då transporter av samma farligt godsklasser sker på Mälardalens järnväg samt att avståndet mellan byggnader inom DP Öst och Mälardalens järnväg är så stort. Detta gäller även om trafikökningar över tid beaktas. Åtgärder för att reducera konsekvenser av olyckor med de farligt godsklasser som transporteras på Malmabergsgatan kommer krävas då samma typer av transporter sker på Mälardalens järnväg (men då mycket närmare planområdet). Inom DP Öst kommer då skydd erhållas mot de olyckor med farligt gods som kan inträffa på Malmabergsgatan fast olyckorna på Malmabergsgatan i sig självt inte berättigar krav på sådant skydd i och med det långa avståndet.

Vidare skyddsanalys för DP Öst gällande transporter på Malmabergsgatan bedöms då inte vara nödvändig.

### 3.2.3 Biogasledning

Längs med järnvägen återfinns en biogasledning förlagd i mark. Ledningen förser bussdepån inom Ängsgärdet med biogas från biogasanläggningen norr om Västerås. Bussdepån är klassad som en *Farlig verksamhet* enligt LSO och biogasanläggningen omfattas av *Sevesolagstiftningen*. Båda dessa anläggningar är belägna på stora avstånd från DP Öst varför de inte beaktas vidare i denna analys då det inte finns relevanta skadescenarier som kan påverka planområdet. Biogasledningen är placerad i mark och förutsätts därmed vara skyddad mot pågrävning, brandpåverkan och korrosion enligt gällande föreskrifter för brandfarlig gas. Förbi planområdet passerar endast ledningen och det finns inte ledningsdelar som kan ge upphov till läckage.

Enligt MSB:s riktlinjer /9/ gäller att skyddsavstånd mellan biogasledning förlagd i mark till anläggningsextern byggnad, inom tätbebyggt område ska uppgå till minst 2 meter. I den vidare exploateringen av DP Öst ska minst 2 meters skyddsavstånd (horisontellt) hållas mellan byggnad och biogasledning. Risken hanteras därför inte vidare i denna analys då sådant avstånd medför att en acceptabel risknivå erhålls gällande biogasledningen utan att skyddsåtgärder eller ytterligare begränsningar behöver beaktas.

### 3.2.4 Allmänt E18

Norr om planområdet passerar E18. På den aktuella sträckan består E18 av två huvudkörvägar i respektive riktning samt påfartsramp. De båda körriktningarna är åtskilda med mitträcke. Skyltad hastighetsbegränsning är 80 km/h både på påfartsramp och på själva motorvägen.

Avståndet till denna väg, som utgör rekommenderad primärled för transport av farligt gods, uppgår som minst till ungefär 40 meter från väggkanten på huvudkörbanan till det planerade kontorshuset.

Avståndet till Mälarenergis hus närmst vägen är kortare, men huset är befintligt och innehåller endast teknikinstallationer, inga människor är där stadigvarande.

### **Trafik**

Trafikverket genomför kontinuerliga trafikmängdsmätningar på den aktuella vägsträckan förbi planområdet. Enligt den senaste mätningen från år 2019 /10/ var årsmedelsdygnstrafiken ca 36 470 fordon per dygn, summerat i båda riktningar. Tung trafik utgör ca 10 % av det totala trafikflödet.

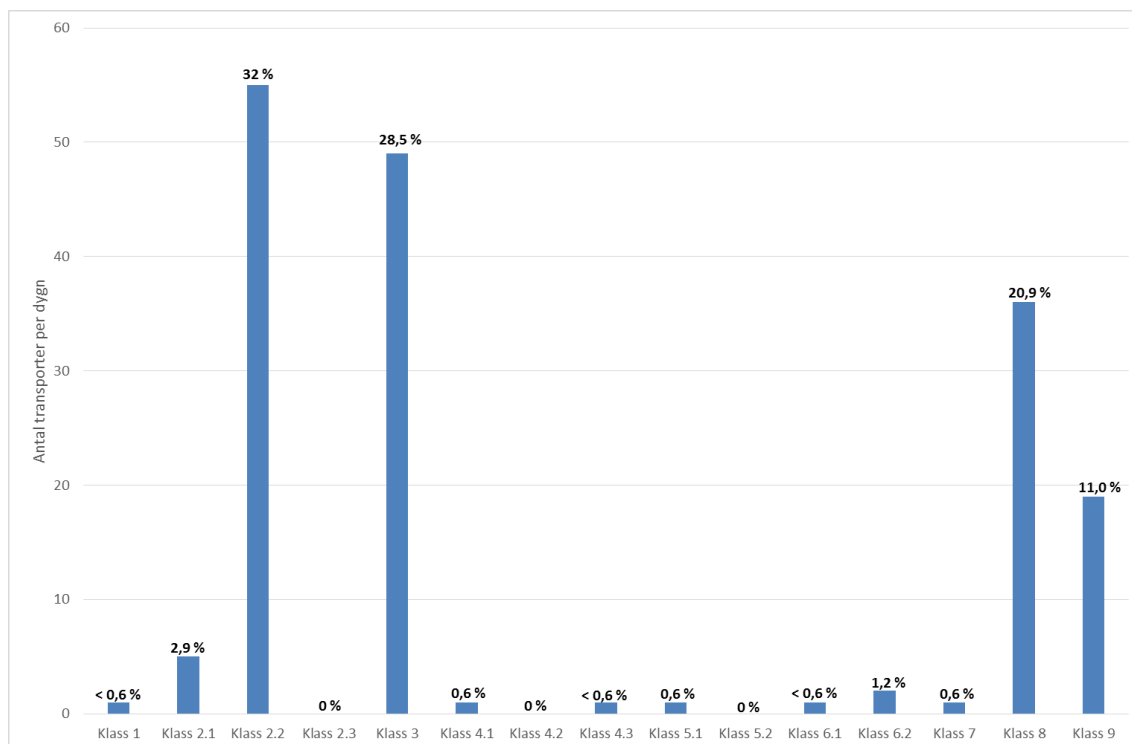
Trafikmängden på E18 ökar generellt varje år. Enligt Trafikverkets trafikmätningar har trafiken på den aktuella sträckan ökat med i genomsnitt ca 1–2 % per år under de senaste 10–15 åren.

### **Transport av farligt gods**

E18 utgör primär transportled för farligt gods. Det finns inga restriktioner för vilka farligt godsklasser som tillåts gå på vägen. Teoretiskt sett kan därför transporter av samtliga farligt godsklasser passera förbi det aktuella planområdet.

Vilka farliga ämnen som transporteras på E18 och i vilken mängd finns det i dagsläget ingen samlad information om. MSB har genomfört kartläggningar av farligt godstransporter i Sverige som redovisades i intervall för större vägar. Den senaste kartläggningen genomfördes under september 2006 /11/. Resultatet av kartläggningen presenteras i kartor som för mätperioden redovisar intervall för transportflöden (ton) per farligt godsklass. Enligt kartläggningen skiljer sig flödena relativt mycket utmed E18 genom Västerås och transportmängderna kan delas upp för E18 väster respektive öster om väg 56 (Bergslagsvägen). På sträckan förbi det aktuella planområdet transporterades enligt kartläggningen ca 29 890–76 920 ton farligt gods under mätperioden.

I Figur 3.1 redovisas transportflödet med farligt gods på den aktuella vägsträckan. Transportflödet redovisas som antal transporter per ADR-klass och dygn. Uppgifterna är hämtade från *Farligt gods på väg – Risker och skyddsåtgärder för ADR-transporter i Västerås tätort /5/* där de maximala transportmängderna per farligt godsklass enligt MSB:s kartläggning 2006 har omräknats till antal transporter per dygn. Ur figuren utläses att den mest transporterade godsklassen är klass 2.2, dvs gaser som inte är giftiga eller brännbara. Figuren visar även att en stor andel av det transporterade godset utgörs av klass 3 brandfarliga vätskor. Även klass 8 och 9 transporteras i betydande omfattning. Övriga klasser transporteras i mycket begränsad omfattning.



Figur 3.1. Antal transporter farligt gods på E18 per dygn, uppdelat på respektive ADR-klass. Baserat på kartläggning utförd av MSB år 2006 /11/, med omräkning som redovisas i Farligt gods på väg – Risker och skyddsåtgärder för ADR-transporter i Västerås tätort /5/.

### 3.2.5 Inventering av sidoområde utmed E18

Planområdet löper längsmed E18 utmed en stäcka om ungefär 100 meter. Inventeringen av sidoområdet utmed E18 med avseende på förekomst av föremål och hinder som kan orsaka skador på ADR-transporter omfattar en 400 meter lång sträcka, som sträcker sig utmed planområdet samt 150 meter väster respektive 150 meter öster om planområdet enligt *Riktlinjer för skyddsanalys avseende olycksrisker* från MBR.

#### Identifiering av skyddsbarriärer

Vägen är i nivå med planområdet och är utrustad med räcke för att hindra avåkning. Närmst Kopparlunden utgörs vägen av en påfart där hastigheterna kan förväntas vara något lägre.

#### Identifiering av föremål och hinder

Det har inte identifierats några föremål eller hinder inom sidoområdet som bedöms medföra en ökad risk för skador på farligt godstransporter.

## 4. Inledande riskanalys

### 4.1 Metodik

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

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

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

## 4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transporter av farligt gods på Mäljarbanan, tågbrand, urspårning från järnvägen samt transporter av farligt gods på E18 som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet. Riskerna uppskattas kvalitativt i nästa avsnitt med utgångspunkt i konsekvensbeskrivningarna nedan i tabell 4.1.

Konsekvensbeskrivningarna är oberoende av om transportererna sker på väg eller järnväg.

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

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder ( $\geq 2$ ton) överstiga 50–200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2–1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, 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 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.

## 4.3 Kvalitativ uppskattning av risk - Mäljarbanan

Från riskinventeringen identifierades tågbrand, urspårning och transport av farligt gods som risker som ska beaktas från Mäljarbanan. Dessa redovisas därför mer ingående nedan.

### 4.3.1 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 persontåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet). Skadeområdet vid brand i godståg bedöms kunna bli mer omfattande. Värmestrålningen bedöms bli hög inom cirka 20 meter från branden.

Den planerade bebyggelsen inom DP Öst är planerad på längre avstånd än dessa 20 meter så risk för brandspridning föreligger inte till de nya byggnaderna. Mälarenergis befintliga byggnader ligger inom området där risk för brandspridning föreligger men de är uppförda i obrännbart material. Scenariot behöver studeras vidare då befintliga byggnader från Mälarenergi ligger inom området och tågbrand är en av grundorsakerna till olyckor som involverar farligt gods på järnvägen se vidare avsnitt 5.

#### 4.3.2 Ursparning

Det är relativt vanligt att tåg spårar ur. I de allra flesta fall hoppar dock bara ett hjulpar av rälen och tåget stannar kvar inom spårområdet. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan tåget dock spåra ur och hamna längre från spåret. Ursparning utgör den absolut mest sannolika olyckshändelsen med tågtrafik. Konsekvensområdet för en ursparning är kraftigt beroende av tågets hastighet och omgivningens utformning. I de fall där järnvägen ligger i samma nivå som omgivningen står konsekvensområdet i relation till tågets hastighet vid ursparningstillfället. Det maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna kan då beräknas som  $V^{0,55}$  där V är hastigheten i km/h /12/ vilket betyder ungefär 18–19 meter i det aktuella fallet med Kopparlunden.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att ursparning inte är en risk som direkt påverkar den nya byggnaderna som planeras inom planområdet men scenariot behöver studeras vidare då befintliga byggnader från Mälarenergi ligger inom området och ursparning är en av grundorsakerna till olyckor som involverar farligt gods på järnvägen se vidare avsnitt 5.

#### 4.3.3 Olycka vid transport av farligt gods

##### Allmänt

Utifrån beskrivningarna i tabell 4.1 samt information om aktuella transporter på järnvägen (inga transporter av klass 1 och 7 enligt avsnitt 3.2.1) bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta utifrån järnvägen vid bedömning av risknivån för DP Öst:

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

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom Kopparlunden, alternativt så förekommer inte några transporter av de klasserna (klass 1).

Då olyckor innehållande klass 1 riskerar att medföra stora konsekvenser studeras dock detta vidare i analysens känslighetsanalys, se avsnitt 5.5.

#### 4.4 Kvalitativ uppskattning av risk – E18

Baserat på avståndet mellan riskkälla och bebyggelse inom planområdet i förhållande till beskrivningar i tabell 4.1 bedöms det vara olycka med följande ADR-klasser som kan medföra konsekvenser inom aktuellt område:

- Klass 1. Explosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5.1 Oxiderade ämnen
- Klass 5.2 Organiska peroxider

Skadeområdena för olycka med övriga ADR-klasser begränsas normalt till närområdet kring olycksplatsen. Baserat på avståndet samt utformningen av området mellan riskkälla och planområde bedöms dessa olycksrisker därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Enligt figur 3.1 är antalet transporter av klass 1 respektive klass 5.1 och 5.2 mycket begränsat. Både transporter av klass 1 och klass 5 omfattas av detaljerade och omfattande regler avseende förpackning, hantering samt begränsning i vilka ämnen som får transporteras, vilket kraftigt begränsar sannolikheten för en följdolycka om en transport skulle vara inblandad i en trafikolycka. Enligt figur 3.1 förekommer inga transporter av klass 2.3 på den aktuella vägsträckan. Med hänsyn till detta bedöms sannolikheten för olycka med dessa ADR-klasser vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser bedöms transporterna innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån inom planområdet. Det bedöms därför inte vara rimligt att vidare beakta konsekvenserna av olycka med klass 1, klass 2.3 respektive klass 5.1 och 5.2. Baserat på detta beaktas följande klasser vidare i analysen:

- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor

Individrisken och samhällsrisken utmed E18 finns framräknad i det underlag som finns för stadens riktlinjer (avsnitt 1.6.2) och de redovisas i avsnitt 5. Ytterligare beräkningar för E18 bedöms inte vara nödvändiga då osäkerheter etc. hanterats i underlagsmaterialet och antaganden är genomgående konservativt gjorda. Se vidare i nästa avsnitt.

#### 4.5 Slutsats inledande riskanalys

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 för att fastställa individrisk och samhällsrisk. För Mäljarbanan kommer analysen studera följande scenarion:

- Brand i godståg och i persontåg
- Urspårning
- Olycka med farligt gods på Mäljarbanan:
  - 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)

Underlag till /5/ utgörs av *Riskutredning av farligt gods leder i Västerås tätort* upprättad av Grontmij 2009. I underlagsrapporten redovisas kvantifierade risknivåer utmed E18 och det går att utläsa att inom 30 meter från väggkant är individrisknivån över  $10^{-5}$  och på avstånd längre än 40 meter från väggkant överstiger individrisknivån  $10^{-7}$ . På längre avstånd är individrisknivån acceptabel. Enligt *Riskutredning av farligt gods leder i Västerås tätort* är samhällsrisken utmed E18 är hög där bebyggelsen är tät och placerad nära motorvägen (framför allt inom en annan del av E18, mellan Rocksundamotet och Emausmotet). Den planerade bebyggelsen enligt avsnitt 2.2 kommer placeras på sådant avstånd från vägen att konsekvenserna av de flesta olyckor inte påverkar bebyggelsen. Dominerande för samhällsrisken kommer således bidraget från Mäljarbanan vara och tillskottet från E18 kommer vara begränsat.

Genom att närmare kvantifiera frekvens och konsekvens för risker kopplat till Mäljarbanan erhålls en tydligare bild över risknivån i det aktuella området genom att den kumulerad risknivån för individrisk kan tas fram där bidrag från både Mäljarbanan och E18 läggs ihop. En kvantifiering av risknivån medger att resultaten lättare kan jämföras med riktlinjer för riskacceptans och riskreducerande åtgärder kan föreslås. Kvantifiering av samhällsrisksbidraget från Mäljarbanan behöver också göras och sedan kvalitativt vägas samman med den framräknade samhällsrisken från *Riskutredning av farligt gods leder i Västerås tätort*.

## 5. Fördjupad riskanalys

### 5.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa på Mäljarbanan samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys. Riskbidraget för Mäljarbanan beräknas och läggs sedan ihop med riskbidraget från E18 (som finns sedan tidigare, se avsnitt 4.5).

#### 5.1.1 Beräkning av frekvens och konsekvenser

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

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

#### 5.1.2 Sammanvägning av risk

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

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

Individrisken beräknas för obebbyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis nivåskillnader, framföriggande bebyggelse (varken befintlig eller planerad) och andra avskärmade barriärer.

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

Liksom individrisken beräknas samhällsrisken utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc. Samhällsrisken beräknas för aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse (se omfattning av studerat område i bilaga B). Samhällsrisken beräknas för planerat utförandealternativ (d.v.s. med planerad bebyggelse inom det aktuella området). Eftersom skillnaden är väldigt stor när det gäller persontätheten i området mellan nuläget och planerad exploatering görs inga beräkningar avseende ett eventuellt nollalternativ. Risknivån för ett nollalternativ bedöms vara betydligt lägre än med tänkta exploateringar i området.

#### 5.1.3 Värdering av risk

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

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk /13/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk. Samma riskkriterier anges även i de riktlinjer för riskutredning avseende olycksrisker som Mälardalens Brand- och Räddningsförbund (MBR) tagit fram. Därför används dessa i denna analys, se Tabell 5.1.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
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

Enligt Tabell 5.1 anges kriterierna i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla.

Området mellan kriterierna benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man därför även beakta begreppet *tolerabel risk*:

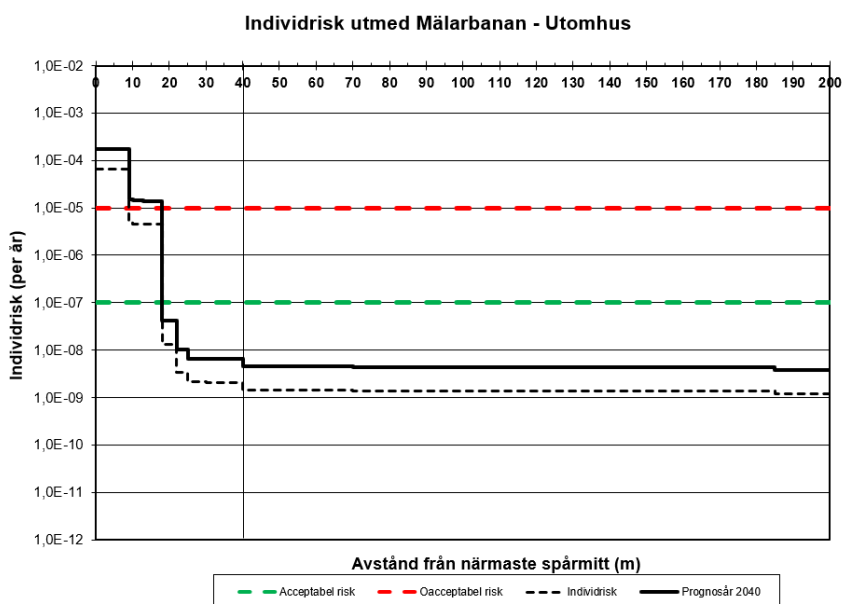
1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter. De undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) 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 nyttjas 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.
2. 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.
3. Slutligen bör riskvärderingen beakta hur stor påverkan som den aktuella förändringen har på den totala risknivån. Detta avser främst samhällsrisk där det studerade planområdet normalt utgör en mycket liten del. Värderingen av samhällsrisk utgår därför inte enbart från de angivna riskkriterierna utan även från en jämförelse mot risknivån om den planerade ändringen inte genomförs.

#### 5.1.4 Hantering av osäkerheter

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.

## 5.2 Resultat riskberäkningar individrisk

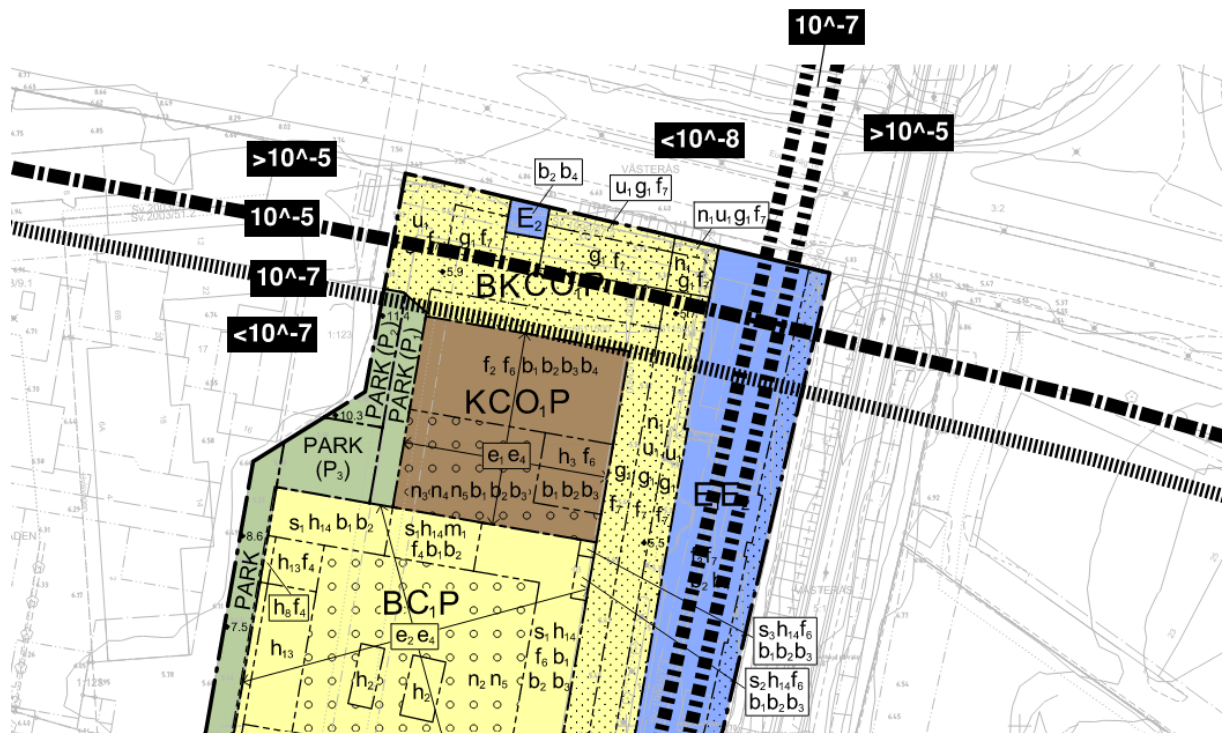
Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Mälarbanan, dels för dagens trafiksituation, dels för den prognosticerade trafiken år 2040. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se Figur 5.1).



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed järnvägen (observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala). Vertikalt streck anger avstånd till närmsta nya byggnad inom DP Öst.

### 5.2.1 Kumulerad individrisk (Mälarbanan + E18)

Utifrån stadens tidigare arbete är individrisken kring den aktuella delen av E18 enligt avsnitt 4.5. Genom att sammanfoga det med risknivåerna som framräknas ovan ges den kumulerade risken. Korsningen E18 och Mälarbanan är planskild vilket betyder att de skiljer i höjddled vilket i teorin kan ge positiva effekter riskmässigt eftersom tågbron då kan fungera som barriär för många av scenariona som inträffar väster om den när man beaktar konsekvenser inom planområdet. För att den sammanvägda riskbilden ska vara konservativ antas dock en tvådimensionell approach för bedömning av de kumulerade effekterna, dvs riskbidraget från Mälarbanan och E18 ses som helt överlappande och de summerade risknivåerna antas gälla konsekvent. Korsningen betraktas dock inte med förhöjd olycksfrekvens som normalt gäller vid icke planskilda korsningar. Figur 5.2 nedan visar riskkonturer från respektive riskkälla som de kumulerade effekterna genom zoner. För att inte risken över tid ska undervärderas redovisas avstånd med hänsyn till att ytterligare spår tillkommit på Mälarbanan.

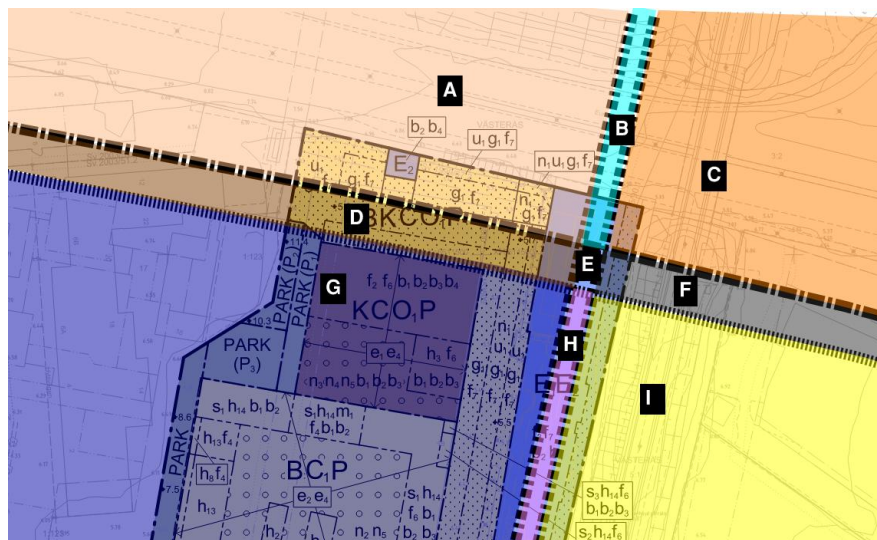


Figur 5.2. Kumulativa effekter av riskkällorna som medför riskbidrag i korsningen Mälärlan/E18

Utifrån figur 5.2 identifieras zoner där olika nivåer av riskbidragen kan adderas enligt tabell 5.1 och figur 5.3.

Tabell 5.1. Sammanvägd individrisk utomhus i respektive zon enligt figur 5.3.

	Riskbidrag E18	Riskbidrag Mälärlan	Kumulerad risknivå
Zon A	$> 1,00E-05$	$1,00E-08$	$1,00E-05$
Zon B	$> 1,00E-05$	$1,00E-07$	$1,01E-05$
Zon C	$> 1,00E-05$	$> 1,00E-05$	$> 2,00E-05$
Zon D	$1,00E-05$	$1,00E-08$	$1,00E-05$
Zon E	$1,00E-05$	$1,00E-07$	$1,01E-05$
Zon F	$1,00E-05$	$> 1,00E-05$	$> 2,00E-05$
Zon G	$1,00E-07$	$1,00E-08$	$1,10E-07$
Zon H	$1,00E-07$	$1,00E-07$	$2,00E-07$
Zon I	$1,00E-07$	$> 1,00E-05$	$> 1,01E-05$



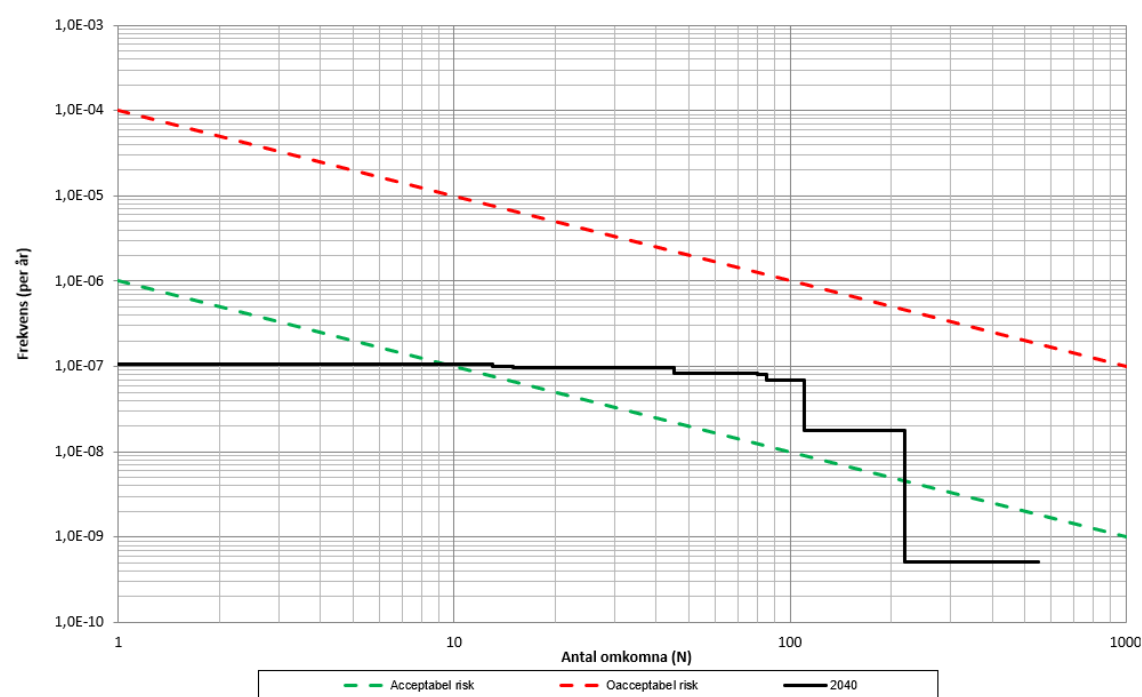
Figur 5.3. Zonindelning för beräkning av kumulativ individrisk

Ur tabell 5.1 utläses att risknivåer över det vedertagna acceptanskriteriet  $10^{-5}$  förväntas i zoner närmst E18 och Mäljarbanan (zon A, B, C, E, F och I) där ingen ny bebyggelse placeras. I zon G, där samtliga nya byggnader placeras är risknivån acceptabel precis vid underkant på ALARP i gränsen mot de andra zonerna varför relevanta riskreducerande åtgärder behöver studeras för byggnaderna närmst respektive gräns.

### 5.3 Resultat riskberäkningar samhällsrisk

I Figur 5.4 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed den aktuella delen av Mäljarbanan. Samhällsrisk presenteras beaktat ny bebyggelse inom det DP Syd, DP Mitt och DP Norr. Bidraget till samhällsrisk från olyckor på E18 hämtas från riskutredningen som Västerås stad gjorde 2009 och medför ett mindre tillägg till grafen som presenteras nedan. Detta hanteras genom att åtgärder föreslås kring E18 utifrån konceptet med skyddsanalys.

Beräkningarna har gjorts för den uppskattade framtida trafiksituationen på Mäljarbanan år 2040.



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

## 5.4 Värdering av risk

Med avseende på **individrisk** inom DP Öst bedöms individrisken i stort vara så låg på det aktuella avståndet att riskerna vid de planerade byggnaderna är acceptabla utan vidare åtgärder. De kumulerade effekterna förväntas endast ge utfall inom områden som inte bebyggs.

Enligt resonemanget i avsnitt 3.2.2 är ett tillskott från Malmabergsgatan av marginell betydelse då tillskottet är i storleksordningen  $10^{-9} - 10^{-10}$ .

Med avseende på **samhällsrisk** bedöms risker förknippade med Mäljarbanan och E18 vara så höga att de befinner sig i den så kallade ALARP-zonen. Riskerna bedöms dock inte som oacceptabelt höga. Ur figuren ovan utläses att det är lågfrekventa olyckor med medelantal (20–100) omkomna som medför att det är relevant att ställa krav på riskreducerande åtgärder. Detta grundar sig till stor del på att planerad bebyggelse med stadigvarande vistelse erhåller ett skyddsavstånd på cirka 40–50 meter vilket medför att konsekvensområdet för många olyckor inte täcker in den planerade bebyggelsen. De olyckor som bedöms bidra främst till att samhällsriskerna hamnar inom ALARP är utsläpp av giftiga och brännbara gaser.

## 5.5 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.

Den största osäkerheten bedöms bestå i transporter med farligt gods förbi området på järnvägen. Därför utförs en känslighetsanalys avseende dessa transporter. Känslighetsanalysen består i att studera risknivån utifrån ett nationellt snitt för antal och fördelningar av transporter av farligt gods på järnväg applicerat på trafikmängden enligt Trafikverkets trafikprognoser för år 2040. De aktuella fördelningarna som används i känslighetsanalysen redovisas i Tabell 5.2 nedan. Värt att notera är att jämfört med fördelningen som används i den ordinarie analysen har transporter av klass 1 tillkommit, transporter av klass 2 har ungefär tredubblats och transporter av klass 9 har i princip utgått. En andra del av känslighetsanalysen är att individrisken studeras med hänsyn till att tågtrafiken och farligt gods transporter fördubblas mot den prognostiserade trafiken 2040 (med fördelning på farligt godsklasser enligt avsnitt 3.2.1).

Tabell 5.2. Antal transporter inom resp. farligt godsklass i den första delen av känslighetsanalysen.

Klass	Andel av respektive klass
	År 2040 - KA
1. Explosiva ämnen och föremål	0,0002%
2. Gaser	33%
3. Brandfarliga vätskor	28%
4. Brandfarliga fasta ämnen	2%
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15%
6. Giftiga ämnen	2%
7. Radioaktiva ämnen	0,01%
8. Frätande ämnen	18%
9. Övriga farliga ämnen och föremål	1%
<b>Totalt</b>	<b>8127</b>

Utöver transportmängd bedöms även följande beräkningar, antaganden och förutsättningar vara belagda med osäkerheter:

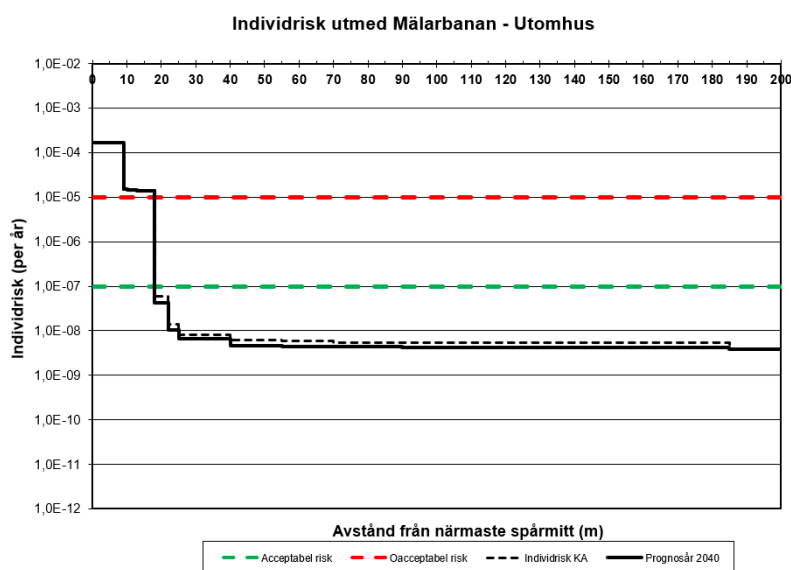
- Uppskattat personantal inom planområdet och angränsande framtida exploateringar
- Frekvensberäkningarna för olyckor har utförts med schablonmetoder.

Genom att hela tiden göra konservativa antaganden bedöms dock dessa osäkerheter hanteras.

Känslighetsanalysen omfattar frekvens- och konsekvensberäkningar (bilaga A och B) samt beräkning av individrisken och samhällsrisken på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

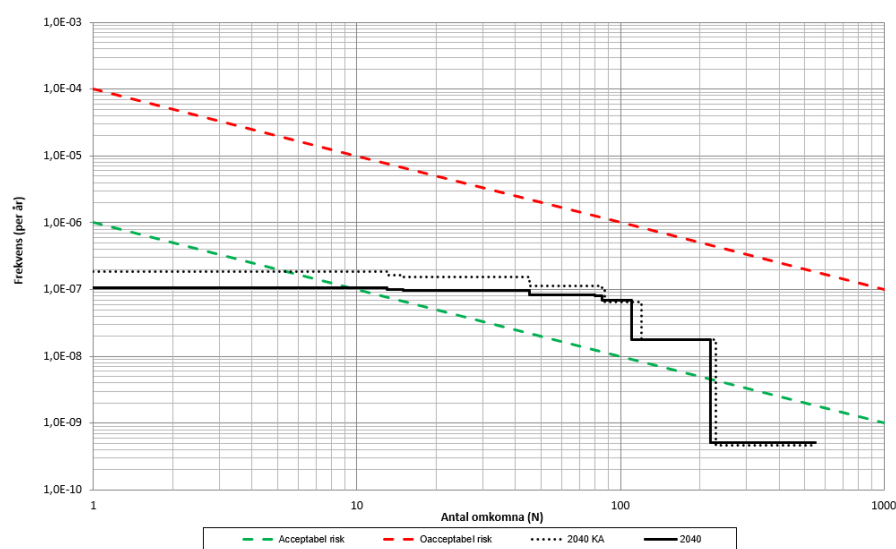
### 5.5.1 Känslighetsanalys, farligt gods enligt nationellt snitt

Nedan redovisas individrisken utomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende tillkommande olycksrisker förknippade med transporter av övriga farligt godsklasser (klass 1) och fördelning enligt nationellt snitt på farligt gods klasserna.



Figur 5.5. Känslighetsanalys – individrisk

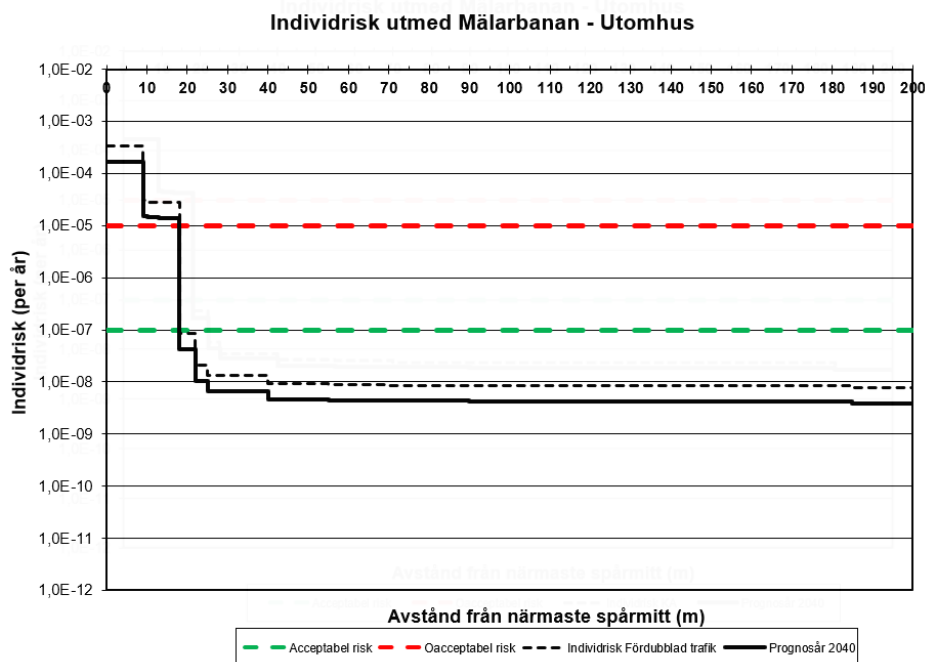
I Figur 5.6 redovisas samhällsrisken för Kopparlunden utifrån känslighetsanalysens antagande om ändrade transporter av farligt gods.



Figur 5.6. Känslighetsanalys – Samhällsrisken

## 5.5.2 Känslighetsanalys, fördubblad trafik 2040

Som en del i känslighetsanalysen studeras även individrisken för en fördubbling av trafiken år 2040 jämfört med prognosen för det året. Resultatet redovisas i figur 5.7 nedan.



Figur 5.7. Känslighetsanalys – Fördubblad trafik 2040, individrisk utomhus

## 5.5.3 Resultat känslighetsanalys

Resultatet av känslighetsanalysen visar att risknivån blir högre med utgångspunkt i ett nationellt snitt samt i en fördubbling av trafiken. Skillnaderna är dock begränsade och innebär inte att risknivån blir oacceptabel i delar som tidigare inte var oacceptabla. Känslighetsanalysen visar att det finns en robusthet i resultatet även om trafiksituationen skulle förändras till det sämre ur ett riskperspektiv.

## 6. Säkerhetshöjande åtgärder

Byggnader i område närmst järnvägen som Mälarenergi nyttjar är befintliga och utgörs av teknikbyggnader där människor inte uppehåller sig stadigvarande. För att säkerställa att människor som arbetar i byggnaderna inte utsätts för oacceptabla risker är det relevant att området för teknikbyggnader förses med krav på att fasader utförs i obrännbart material samt att personer i byggnaderna ges möjlighet att utrymma bort från järnvägen. **Observera dock att ett krav i en detaljplan inte gäller retroaktivt för befintlig bebyggelse utan aktualiseras först vid uppförandet av nya byggnader eller vid bygglovspliktiga ombyggnationer.**

Resonemangen och kravställningarna nedan gäller således inte teknikbyggnader närmst järnvägen, för dessa behöver endast ovanstående beaktas.

### 6.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms samhällsrisknivån för det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering. 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.

De åtgärder som föreslås i detta kapitel kopplat till E18 avser att reducera konsekvenserna av olycka med klass 2.1 respektive klass 3, att säkerställa att personer som finns i de byggnader som exponeras direkt mot vägen har möjlighet att ta sig ut på ett tillfredsställande sätt samt att friskluft som tas in i byggnaderna ska vara så ren som möjligt även vid en olycka.

För att hindra att ett utsläpp av brandfarlig vätska sprids till planområdet vid en olycka på den aktuella delen av motorvägen behöver ett avrinningsskydd finnas, dvs en fysisk barriär som hindrar sådan vätskespridning. På den aktuella sträckan behöver det även säkerställas att befintliga vägräcke är dimensionerade för att hindra att en avåkande tankbil hamnar inom planområdet.

För Mäljarbanan är avståndet till ny bebyggelse så stort att kollision av tåg med byggnaderna inte behöver beaktas utan åtgärder avser att reducera de konsekvenser som kan uppstå vid olyckor på järnvägen. Avståndet är även tillräckligt för att de flesta scenarion som medför brand och risk för brandspridning inte är aktuella att beakta.

## 6.2 Diskussion kring åtgärder

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

Avstånd som anges nedan avser avstånd från närmsta vägkant eller spårmit.

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

### 6.2.1 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. Rekommenderade skyddsavstånd (se 1.6) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

*Den planerade bebyggelsen inom DP Öst uppfyller i princip de rekommenderade skyddsavstånden som ges av vägledning 2 i avsnitt 1.6.2.*

*Känsliga verksamheter (ex verksamhet med sovande så som hotell och boende) inom området är enligt studerat förslag placerade på sådant avstånd att vägledning från MBR uppfylls men att skyddsnivån ska påvisas.*

*Avstånd till gjueteriet är begränsat varför det ska säkerställas att användningen inte medför större samlingslokaler med stora personantal. Maximalt 150 person i brandcell med fasad mot Mäljarbanan och 300 personer i brandcell utan fasad mot Mäljarbanan.*

*I avsnitt 5 påvisas att skyddsbehovet är begränsat sett till föreslagen utformning och i avsnitt 6.3.1 visas de föreslagna åtgärdernas riskreducerande effekt.*

*Tänkt placering av bebyggelse kan accepteras men skyddsnivån ska säkerställas genom kompletterande skyddsåtgärder enligt nedan.*

### 6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Detta gäller främst för områden mellan ny bebyggelse och riskkällorna. Detta område bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Föreslagen utformning visar att området mellan planerad bebyggelse och riskkällorna i huvudsak utgörs av en väg, parkering samt en GC-väg vilket är exempel på användning som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse eller som ökar persontätheten i området. Torget mellan kontorshuset och norra bostadsområdet bedöms kunna tillfälligt öka persontätheten vid exempelvis jippon eller sammankomster, detta är dock enbart relevant under en mycket begränsad tid plus att avståndet mellan torg och järnväg kan ses som tillräckligt stort för att rekommendationer i avsnitt 1.6.1 och 1.6.2 ska vara uppfyllda.

Inga mindre byggnader bör förläggas till området mellan husen och järnvägen, befintliga byggnader i detta område är teknikbyggnader vilket medför mycket litet riskbidrag då stadigvarande vistelse inte förväntas.

*Det föreslås att förutsättningar avseende områden från nya byggnader och järnväg/E18 anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.*

### 6.2.3 Utformning av byggnader

**Utrymning:** Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan 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 Mälarbanan eller E18.

*Ovanstående innebär att lokaler i ny bebyggelse inom 100 meter från riskkällorna ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällorna. 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. Rum där stadigvarande vistelse inte förekommer, exempelvis soprum enligt figur 2.4 kan utföras med endast en väg ut riktad mot riskkällan.*

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

*Det ska observeras att utrymning via fönster eller balkong med räddningstjänstens stegutrustning inte uppfyller syftet med åtgärdsförslaget. Vidare ska det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart en utrymningsväg, som utgörs av trapphus som vetter mot riskkällan ska trapphuset utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 3 kW/m<sup>2</sup> vid en olycka på Mälarbanan eller E18. Detta rör sig dock om detaljprojektering som inte bör anges som krav i detaljplanen utan kan i stället härledas till övriga lagkrav enligt Plan- och bygglagen avseende säker utrymning.*

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

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

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

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

*På järnvägen eller E18 genom Västerås transporteras idag inget farligt gods som kan leda till en masseexplosion (klass 1.1). Riskbidraget från övriga klasser som kan leda till olika explosioner (ex oxiderande ämnen) bedöms var begränsat. Åtgärder till skydd för explosion bedöms därför inte rimliga att vidta för den aktuella bebyggelsen.*

*Övertryck till följd av en gasmolnsexplosion innebär betydligt lägre tryck än vid en explosion med explosivämnen. Fönster kan dock gå sönder. Om fönstren är utförda med brandteknisk klass finns dock risk för att övertrycket skadar skyddet mot värmestrålningen. Se vidare om skydd mot gasmolnsexplosion under avsnittet om Skydd mot brand nedan.*

- **Skydd mot gaser:** För att reducera sannolikheten för att brandgaser samt brännbara och giftiga gaser tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:

- Friskluft ska tas från trygg sida, bort från järnvägen och E18 alternativt placeras friskluftsintagen på tak med riktning bort från spårområdet och motorvägen.
- Det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavgång. Sådan nödavgång bedöms dock inte vara aktuell i de planerade byggnaderna aktat respektive byggnads användande.

Åtgärden innebär normalt en låg kostnad men kan vara svår att följa upp och kan inte helt regleras som en planbestämmelse.

*De åtgärder föreslås ovan innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på Mäljarbanan eller E18 (t.ex. högt placerade och riktade bort från de båda riskkällorna). Krav gällande placering av ventilationen bör ställas på byggnader som placeras inom 100 meter från riskkällorna.*

*Fasader mot Mäljarbanan eller E18 ska inte förses med balkonger. Fasader som inte vetter mot järnvägen kan möjligen förses med balkonger om 50 meter hålls till Mäljarbanan och E18. Detta för att förhindra att personer vistas utomhus och exponeras vid exempelvis ett utsläpp av giftig gas.*

*Det föreslås att förutsättningar avseende skydd mot gasspridning in i byggnader samt begränsning av balkonger anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.*

- **Skydd mot brand:** För att minska sannolikheten att en brand vid Mäljarbanan eller E18 (olycka med brännbar gas och brandfarlig vätska eller fordonsbrand) sprider sig in i kringliggande byggnader innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som begränsar risken för brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter. Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

### **Mäljarbanan**

*Enligt resultatet av riskanalysen bedöms en olycka med brännbar gas innebära en relativt stor påverkan på risknivån inom det aktuella planområdet. För att begränsa risken för brandspridning in i byggnaderna rekommenderas att oskyddade byggnader<sup>5</sup> inom 50 meter från Mäljarbanan utförs med krav på obrännbara fasader. Även fönster och glaspartier i fasader som vetter mot järnvägen rekommenderas att utföras med hänsyn till risken för gasmolnsexplosion.*

---

<sup>5</sup> Det vill säga byggnadsdelar som exponeras mot Mäljarbanan utan skyddade bebyggelse framför.

Med hänsyn till avståndet mellan järnväg och byggnader samt att en gasmolnsexplosion innebär relativt kortvarig påverkan mot planområdet bör det vara tillräckligt att fönster utförs i lägst härdat och laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter<sup>6</sup>. Ett härdat och laminerat glas innebär även att fönstren klarar viss tryckpåverkan samt att splitter från fönstren begränsas, vilket är aktuellt vid en gasmolnsexplosion. Att ställa krav på glas med viss brandteknisk klass bedöms inte medföra en bättre säkerhet med hänsyn till gasmolnsexplosion. Tvärtom innebär föreslaget glas ett bättre skydd mot tryckpåverkan och splitterskador än ett glas med brandteknisk klass.

Aktuella fönster får vara öppningsbara om inte annat krav ställs enligt Boverkets byggregler.

### **E18**

För att reducera risken för brandspridning in i byggnader givet brand på E18 föreslås att följande åtgärder vidtas utmed den aktuella delen av E18:

- Skydd mot avrinnande av vätska ska finnas längs sträckningen för att säkerställa att ett läckage av brandfarlig vätska inte sprids mot området. Skyddet kan utgöras av förhöjds kantsten eller motsvarande om minst 20 cm i förhållande till vägbanan som placeras i anslutning till vägen.
- Befintliga vägräcken byts till vägräcken i kapacitetsklass H2 som placeras i anslutning till vägbanan. Räcken ska vara minst 1,2 meter höga och följa Trafikverkets Vägar och gators utformning.

Räcken i kapacitetsklass H2 som kompletteras med 20 cm avrinningskydd kommer då hindra både att avåkande fordon hamnar inom planområdet och att ett läckage av brandfarlig vätska rinner in på området. Detta skydd är i linje med de åtgärder som infördes i DP Norr. Eventuella passager genom vägräcket utformas så att skyddet kvarstår, exempelvis med överlapp av räcken.

Några ytterligare specifika byggnadstekniska åtgärder som skydd mot brandspridning föreslås därför inte med hänsyn till E18 förutom att för kontorsbyggnaden rekommenderas att krav på obrännbar fasad även gäller fasad mot E18 på grund av den höga våningshöjden.

Observera att åtgärden ovan ligger utanför detaljplanen och att kravet således inte kan lyftas in i plankartan. Åtgärden säkerställs däremot genom en dialog/samråd med Trafikverket.

Det föreslås att förutsättningar avseende skydd mot brandspridning anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

- **Skydd mot urspärning/påkörning:** Ett urspärat tåg ska hindras att lämna spårområdet. Detta kan genomföras på flera sätt, bl.a. genom att:
  - uppföra en mur/vägg eller dylikt, minst 1,5 meter hög, som placeras mellan byggnader och spår.
  - uppföra byggnader utmed befintlig eller ny plattform

Föreslagen utformning för DP Öst medför att tillräckligt skyddsavstånd hålls mellan Mälarbanan och bebyggelse. Detta avstånd medför att skydd mot urspärning inte behöver beaktas vidare.

---

<sup>6</sup> Fönster i härdat och/eller laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter reducerar den infallande värmestrålningen med ca 30–50 %. Med avseende på aktuella olycksrisker med brännbar gas bedöms den infallande värmestrålningen mot aktuella fönster att vara på en sådan nivå att glaset ej riskerar att spricka p.g.a. långvarig strålning och temperaturhöjning. Utformningen reducerar den infallande värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för antändning av bl.a. lättantändligt material.

### 6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- För teknikbyggnader som är placerade inom ytor tillhörande Mälarenergi rekommenderas att fasader utförs i obrännbart material samt att utrymningsmöjlighet finns i riktning bort från järnvägen. *Observera att krav ej gäller retroaktivt på befintlig bebyggelse utan aktualiseras vid ombyggnation eller uppförande av nya byggnader.*
- Ytor mellan Mäljarbanan och kvarteren ska utföras så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras, dessa ytor ska inte heller bebyggas med komplementbyggnader.
- Ytor mellan E18 och kontorshuset ska utföras så att stadigvarande vistelse inte uppmuntras, dessa ytor ska inte heller bebyggas med komplementbyggnader.
- Ny bebyggelse ska placeras minst 40 meter från E18 (mätt från väggkant och med undantag för användning E i plankartan, ställverk och transformatorstation).
- Ny bebyggelse ska placeras minst 50 meter från Mäljarbanan, befintligt gjuteri finns på cirka 40 meter.
- För byggnader inom 50 meter från järnvägen rekommenderas att följande åtgärder vidtas:
  - Fasader utförs i obrännbart material samt med fönster i lägst härdat och laminerat glas som klarar uppvärmning till 300°C under ca 30 minuter.
- För byggnader inom 100 meter från Mäljarbanan och E18 rekommenderas följande åtgärder vidtas:
  - Säkerställd utrymning ska finnas för personer som befinner sig i byggnader på så sätt att åtminstone en av utrymningsvägarna från samtliga utrymmen med stadigvarande vistelse ska mynna på säker sida (bort från järnvägen och E18).
  - Friskluftsintag ska placeras mot trygg sida, bort från riskkällorna alternativt placeras friskluftsintagen på byggnadernas tak riktade bort från riskkällorna.
- För kontorshuset rekommenderas obrännbar fasad på grund av våningshöjden.
- Användning av gjuteriet begränsas till att inte tillåta större samlingslokaler med stora personantal. Maximalt 150 person i brandcell med fasad mot Mäljarbanan och 300 personer i brandcell utan fasad mot Mäljarbanan.
- I den vidare exploateringen av DP Öst ska minst 2 meters skyddsavstånd (horisontellt) hållas mellan byggnader och biogasledning.
- E18 förses med avrinningskydd så att ett läckage av brandfarlig vätska inte riskerar att rinna från vägbanan mot planområdet. Befintligt vägräcke ska bytas till räcke i kapacitetsklass H2.
- Fasader inom 50 meter från Mäljarbanan eller motorvägen ska inte förses med balkonger. Detta för att förhindra att personer vistas utomhus i ett exponerat läge vid exempelvis ett utsläpp av giftig gas.

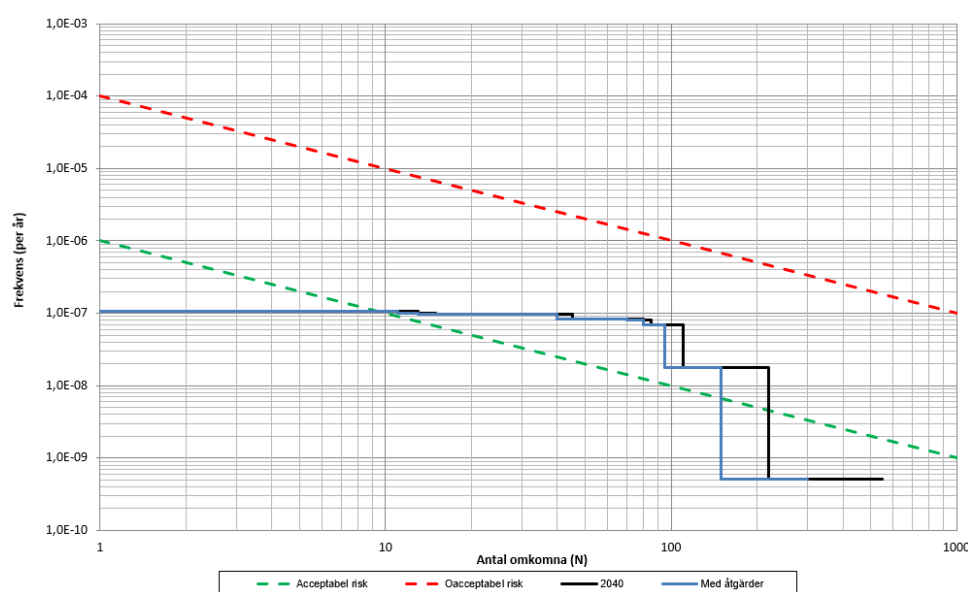
#### 6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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 genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på järnvägen genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från denna.
- Hindrande av att ett avålkande fordon från E18 hamnar inom planområdet och att läckande vätskor på vägen rinner in i planområdet.

Med hänsyn till den beräknade risknivån för planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt. I figur 6.1 redovisas samhällsrisknivån med föreslagna åtgärder i förhållande till den ursprungliga risknivån.



Figur 6.1. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen och då effekter av riskreducerande åtgärder beaktats. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala).

## 7. Slutsatser

Studerat detaljplaneområde (DP Öst) är beläget på ett relativt utsatt läge intill både Mäljarbanan och E18. Den planerade bebyggelsen uppfyller dock i stort de skyddsavstånd som Västerås stad har rekommenderat i sin vägledning. Exploateringsgraden blir hög varför genomförd analys visar att riskreducerande åtgärder krävs.

På denna del av Mäljarbanan så är antalet transporter av farligt gods begränsat vilket gör att sannolikheterna för olyckor med farligt gods också är begränsade. Det samma gäller transporter på E18 där riskerna är höga i vägens direkta närhet. Känslighetsanalysen som genomförts påvisar att en stor utökning av tågtrafiken inte medför större skillnader i risknivå.

Åtgärderna som presenteras i analysen avser att fördröja eller förhindra skador av sådana olyckor och på så sätt minimera antalet omkomna. Exempelvis så ställs krav på att friskluftsintag ska placeras så att risken minimeras för att toxiska gaser ska spridas in i byggnader och så säkerställs det att personer i de husen som exponeras mot riskkällorna kan utrymma till den trygga sidan. De befintliga skyddsavstånd som ritats in i det studerade förslaget medför också att de "vanligaste" olyckorna med farligt gods inte påverkar byggnaderna eftersom de har kortare skadeavstånd än så.

Insidan av byggnaderna skyddas dels genom placering av ventilationsintag enligt ovan och genom krav på fasad och fönster.

I avsnitt 6 återges de förslag på åtgärder som behöver genomföras för att risknivåer ska bedömas som acceptabla. För att säkerställa att åtgärderna genomförs krävs att de utformas som planbestämmelser i kommande detaljplaner.

Föreslagna åtgärder medför en reduktion av främst samhällsrisken och planerna för DP Öst kan genomföras utan att människor utsätts för oacceptabla risker. 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).

## **8. Bilagor**

**BILAGA A – Frekvensberäkningar**

**BILAGA B – Konsekvensberäkningar**

## 9. Referenser

---

- /1/ Riskhantering i Detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, september 2006
- /2/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /3/ Mattsson, E. (2013). *Riktlinjer för ny och för ändrad markanvändning intill järnvägen inom Västerås – avseende risk för urspårning samt transporter av farligt gods*. Västerås: Mälardalens Brand och Räddningsförbund.
- /4/ Västerås Översiktsplan 2026 – med utblick mot 2050, Västerås stad – Stadsbyggnadskontoret, antagen av kommunfullmäktige 2012-12-06
- /5/ Farligt gods på väg – Risker och skyddsåtgärder för ADR-transporter i Västerås tätort, Mälardalens Brand- och Räddningsförbund, senast reviderad 2009-11-26
- /6/ Trafikverkets sammanställning över antal framförda tåg och vagnar genom Västerås. Erhållet via mail 2016-07-19 från Anders Nilsson, Trafikverket.
- /7/ Information från Trafikverket. Mailkonversation med Lennart Lennerfors, 2016-07-24
- /8/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Bantrafik 2018, Bantrafik 2019, Bantrafik 2020, Bantrafik 2021, Bantrafik 2022
- /9/ Biogasanläggningar – Vägledning vid tillståndsprövning (publ. nr. MSB633), Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), 2013
- /10/ Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, mätavsnitt 11620167, Statistik från Trafikverkets hemsida – [www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se), 2023-06-27
- /11/ Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 ([www.msb.se](http://www.msb.se))
- /12/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition september 2002
- /13/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

## Bilaga A – Frekvensberäkningar olycka på Mälarbanan

**Uppdragsnamn**

Kopparlunden DP Öst

**Uppdragsgivare**

Klövern Cylindern HB

**Uppdragsnummer**

508979

**Datum**

2025-10-16

**Handläggare**

Pierre Wahlqvist

**Egenkontroll**

PWT 2023-10-16

**Internkontroll**

LSS 2023-10-16

### 1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Mälarbanan:

- Urspårning
- Tågbrand
- Olycka med farligt gods
  - 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 (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

### 2. Indata

#### 2.1 Allmänt - järnvägen

Planområdet DP Öst ingår i ett större detaljplanearbete för Kopparlunden i Västerås. Kopparlunden angränsar mot Mälarbanan längs hela området, ca 580 meter. På den aktuella sträckan består järnvägen av 2 spår med genomgående tågtrafik.

Tillåten maxhastighet på spåren är 200 km/h både för persontåg och godståg. Många av tågen kommer dock inte hålla denna hastighet då de flesta av persontågen stannar vid Västerås C och godstågen inte kan köra så snabbt. Längs den aktuella sträckan har det identifierats 4 växlar mellan spåren /1/. Spåren ligger på egen vall och är i nivå jämfört med området. Delar av järnvägen förbi området går på bro/brohuvud, detta har dock inte beaktats i beräkningarna.

---

/1/ Uppgifter från Jakob Fors, bandelsförvaltare för den aktuella sträckan.

## 2.2 Tågtrafik

På den aktuella järnvägssträckan går persontåg och godståg. I Tabell A.1 redovisas antalet tåg /2/ som passerar genom Västerås. I tabellen redovisas även den prognostiserade trafiken för år 2040, även de uppgifterna kommer direkt från Trafikverket. Trafikverkets data över tågrörelserna visar även att den genomsnittliga längden på ett godståg är ungefär 16 vagnar. Utifrån schablonmått för vagnantal för olika typer av tågmodeller har det totala antalet vagnar för persontåg uppskattats. Enligt VTI-rapport 387:2 utgör persontåg i medel 10 vagnar/3/.

Tabell A. 1. Sammanställning av antal tåg och vagnar på Järnvägen i anslutning till planområdet.

Typ av tåg	IDAG		År 2040	
	Tåg per dygn	Vagnar per dygn	Tåg per dygn	Vagnar per dygn
Persontåg	110	1100	150	1500
Godståg – totalt	8	140	25	412
<b>Totalt</b>	<b>118</b>		<b>175</b>	

Tabell A.1. Sammanställning av antal tåg och vagnar på Mälärbanan i anslutning till planområdet.

## 2.3 Transport av farligt gods

Av godståg som går på den aktuella sträckan medför ett antal vagnar som rymmer farligt gods.

Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsclasser som är tillåtna att transporteras på järnväg men då bra statistiskt underlag finns för vilka transporter som faktiskt sker kommer analysen att utgå från dessa. Underlaget har erhållits från Trafikverket men får på grund av sekretess inte redovisas som ett direkt utdrag i denna analys. Läsare som vill gå djupare i underlaget hänvisas därför till Trafikverket. För att säkra upp underlaget görs en känslighetsanalys (se vidare avsnitt 4) där nationellt snitt för transportererna av farligt gods appliceras på den tänkta tågtrafiken år 2040. På järnvägen genom Västerås transporteras farligt gods i följande klasser:

---

/2/ Uppgifter från Trafikverkets statistik och prognosavdelning. Mailkonversation under sommaren 2016.

/3/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transport forskningsinstitutet, 1994

Tabell A. 2. Sammanställning av farligt godsklasser som transporteras på järnvägen genom Västerås<sup>4</sup>.

Klass	Ämne	Beskrivning (exempel på gods ur resp. grupp)
2	Gaser	Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.), giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.) och icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljäm (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.

### 3. Beräkningar järnvägsolycka

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

Frekvensberäkningarna beräknas för dagens trafik samt trafikläget år 2040.

#### 3.1 Urspårning

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

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande olyckskvoter för urspårning förknippade med tågtyp samt spårutformning enligt uppgifter som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /5/*:

##### Spår med växlar

Persontåg:  $2,5 \cdot 10^{-8}$  per tågkm

Godståg  $25 \cdot 10^{-8}$  per tågkm

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarioer är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt /6/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten, dessutom är aktuella korsningar utmed Kopparlunden planskilda varför risk för sammanstötning inte föreligger. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

Frekvensen för urspårning har beräknats utifrån indata i avsnitt 2.2 och sammanställs i tabell A.3. Frekvensen beräknas för persontåg respektive godståg på en 1 km järnvägssträcka i anslutning till det aktuella planområdet. Beräkningarna utgår från olyckskvot för spår med växlar.

/4/ Enligt uppgift från Trafikverket, se huvudrapporten

/5/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

/6/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Tabell A.3. Beräknad frekvens för urspårning på aktuell sträcka med gällande tågtrafik (1 km).

Orsak	Olycksfrekvens (per år)	
	Idag	Prognosår 2040
Urspårning persontåg	1,00E-03	1,37E-03
Urspårning godståg	7,30E-04	2,28E-03
<b>Totalt</b>	<b>1,73E-03</b>	<b>3,65E-03</b>

### 3.1.1 Urspårning i anslutning till bebyggelse

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

Skadeområdet understiger i princip alltid 25-30 meter vinkelrätt ut från spåret (om järnvägen ligger mycket högre än omgivningen kan skadeområdet bli större). Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är mycket låg.

De fortsatta frekvensberäkningarna för urspårning och dess påverkan på kringliggande bebyggelse utförs utifrån den metodik som redovisas i UIC Code 777-2 R /5/.

I tabell A.4 ovan redovisas urspårningsfrekvensen för urspårning på en 1 km lång järnvägssträcka i höjd med det aktuella planområdet. Vid beräkning av hur mycket urspårningen påverkar risknivån inom områdena utmed järnvägen och sannolikheten för att ett urspårat tåg kolliderar med intilliggande bebyggelse används först en reducerande faktor som motsvarar den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret. Denna faktor beräknas som  $V^2/80$ , där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället (200 km/h). Detta är ett konservativt antagande för den aktuella sträckan av Mäljarbanan då närheten till Västerås resecentrum bedöms sänka medelhastigheten.

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

$$F_1 = F_r \times d \times 10^{-3} \quad \text{där}$$

$F_r$  = urspårningsfrekvens per km och år (se tabell A.3)

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

$$d_{200 \text{ km/h}} = 200^2/80 = 500 \text{ m}$$

**Sannolikheten för kollision med byggnad** kan beräknas som funktion av avståndet från spåret enligt följande ekvationer för enkelspår respektive dubbelspår:

$$\text{Enkelspår: } P_2 = \left(\frac{b-a}{b}\right)^2 \times 0,5 \times \frac{c}{d}$$

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

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

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

$$b_{200 \text{ km/h}} = 200^{0,55} = 18,4 \text{ m}$$

- a = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmitt och byggnad
- c = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårade vagn på ett avstånd  $a$ , vilket beräknas med ekvationen:

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

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

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

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

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

- a = se ovan
- d' = det, längs spåret, längsta avståndet som den urspårade vagnen kan gå, där hastigheten fortfarande överstiger eller är lika med 60 km/h. Antaget 45 m /5/.
- $\alpha$  = sannolikheten för ras beroende av konstruktionens robusthet.  $\alpha = 1$  innebär att alla kollisioner där hastigheten överstiger 60 km/h leder till ras.

Utformningen av spårområdet utmed planområdet, innebär att sannolikheten för skador inom området till följd av en urspårning begränsas.

Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse som kan påverka planområdet beräknas nedan. Beräkningarna utgår från urspårningsfrekvenser enligt tabell A.3.

$$F_{1, \text{persontåg}} = \quad \text{per år}$$

$$F_{1, \text{godståg}} = \quad \text{per år}$$

I tabell A.4-A.5 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på urspårning på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.4. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka. **Persontåg**

a (meter)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)		Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	
			Idag	Prognosår 2040	Idag	Prognosår 2040
0	39,9%	100,0%	2,0E-04	2,7E-04	2,0E-04	2,7E-04
1	33,3%	99,2%	1,7E-04	2,3E-04	1,7E-04	2,3E-04
2	27,5%	98,4%	1,4E-04	1,9E-04	1,4E-04	1,9E-04
3	22,4%	97,5%	1,1E-04	1,5E-04	1,1E-04	1,5E-04
4	18,0%	96,4%	9,1E-05	1,2E-04	8,7E-05	1,2E-04
5	14,2%	95,2%	7,1E-05	9,7E-05	6,8E-05	9,3E-05
6	11,0%	93,8%	5,5E-05	7,6E-05	5,2E-05	7,1E-05
7	8,4%	92,2%	4,2E-05	5,7E-05	3,9E-05	5,3E-05
8	6,1%	90,3%	3,1E-05	4,2E-05	2,8E-05	3,8E-05
9	4,4%	88,0%	2,2E-05	3,0E-05	1,9E-05	2,6E-05
10	3,0%	85,3%	1,5E-05	2,1E-05	1,3E-05	1,7E-05
11	1,9%	81,9%	9,8E-06	1,3E-05	8,0E-06	1,1E-05
12	1,2%	77,7%	6,0E-06	8,1E-06	4,6E-06	6,3E-06
13	0,7%	72,2%	3,4E-06	4,6E-06	2,4E-06	3,3E-06
14	0,3%	64,9%	1,7E-06	2,4E-06	1,1E-06	1,5E-06
15	0,2%	54,8%	8,5E-07	1,2E-06	4,7E-07	6,4E-07
16	0,1%	41,5%	4,4E-07	6,0E-07	1,8E-07	2,5E-07
17	0,1%	35,4%	2,8E-07	3,8E-07	9,9E-08	1,3E-07
18	0,0%	0,0%	1,2E-07	1,7E-07	0,0E+00	0,0E+00
19	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
20	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

Tabell A.5. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka. **Godståg**

a (meter)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Frekvens kollision (F1 x P2)		Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	
			Idag	Prognosår 2040	Idag	Prognosår 2040
0	39,9%	100,0%	1,5E-04	4,6E-04	1,5E-04	4,6E-04
1	33,3%	99,2%	1,2E-04	3,8E-04	1,2E-04	3,8E-04
2	27,5%	98,4%	1,0E-04	3,1E-04	9,9E-05	3,1E-04
3	22,4%	97,5%	8,2E-05	2,6E-04	8,0E-05	2,5E-04
4	18,0%	96,4%	6,6E-05	2,1E-04	6,3E-05	2,0E-04
5	14,2%	95,2%	5,2E-05	1,6E-04	4,9E-05	1,5E-04
6	11,0%	93,8%	4,0E-05	1,3E-04	3,8E-05	1,2E-04
7	8,4%	92,2%	3,0E-05	9,5E-05	2,8E-05	8,8E-05
8	6,1%	90,3%	2,2E-05	7,0E-05	2,0E-05	6,3E-05
9	4,4%	88,0%	1,6E-05	5,0E-05	1,4E-05	4,4E-05
10	3,0%	85,3%	1,1E-05	3,4E-05	9,3E-06	2,9E-05
11	1,9%	81,9%	7,1E-06	2,2E-05	5,8E-06	1,8E-05
12	1,2%	77,7%	4,3E-06	1,4E-05	3,4E-06	1,1E-05
13	0,7%	72,2%	2,5E-06	7,7E-06	1,8E-06	5,5E-06
14	0,3%	64,9%	1,3E-06	4,0E-06	8,2E-07	2,6E-06
15	0,2%	54,8%	6,2E-07	1,9E-06	3,4E-07	1,1E-06
16	0,1%	41,5%	3,2E-07	1,0E-06	1,3E-07	4,2E-07
17	0,1%	35,4%	2,0E-07	6,3E-07	7,2E-08	2,2E-07
18	0,0%	0,0%	9,1E-08	2,8E-07	0,0E+00	0,0E+00
19	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
20	0,0%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

### 3.2 Tågbrand

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

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

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

/7/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006

I tabell A.6 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.6 Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på aktuell järnvägssträcka.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	Prognosår 2040
<b>Brand i godståg</b>	<b>3,3E-04</b>	<b>1,0E-03</b>
Liten tågbrand (inkl. rökutveckling)	2,9E-04	9,2E-04
Stor tågbrand (spridning till gods)	3,3E-05	1,0E-04
Mycket stor tågbrand	3,3E-06	1,0E-05

### 3.3 Järnvägsolycka med farligt gods

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

Underlag från Trafikverket visar att 5,4 % av det totala antalet godsvagnar innehåller farligt gods. För prognosåret 2040 har samma andel antagits. Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur /8/. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas utifrån följande ekvation:

$$P = 1 - (1-X)^{3,5} = 1 - (1-0,05)^{3,5} = 16 \%$$

I tabell A.7 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods idag respektive år 2040. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med farligt gods godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. fördelningen av olyckor mellan de olika farligt godsklasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass.

Tabell A.7. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad järnvägssträcka.

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]	
	Idag	Prognosår 2040
klass 1	0,0E+00	0,0E+00
Klass 2	1,0E-05	3,3E-05
klass 3	3,3E-05	1,0E-04
klass 4	1,1E-05	3,6E-05
klass 5	2,2E-05	6,8E-05
klass 6	8,0E-07	2,5E-06
klass 7	0,0E+00	0,0E+00
klass 8	1,8E-05	5,7E-05
klass 9	3,4E-05	1,1E-04
<b>Totalt</b>	<b>1,3E-04</b>	<b>4,0E-04</b>

### 3.3.1 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Studerad statistik från Trafikverket redovisar inte fördelning mellan undergrupperna varför följande fördelning grovt uppskattas mellan de olika underklasserna, baserat på erfarenheter i liknande projekt:

Klass 2.1 – 75 %

Klass 2.2 – 20 %

Klass 2.3 – 5 %

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

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är mycket låg. Generellt gäller att tjockväggiga tankar har en sannolikhet för läckage som är 1/30 av den för tunnväggiga tankar /8/. I /8/ anges en fördelning mellan litet, medelstort respektive stort utsläpp för tunnväggiga respektive tjockväggiga järnvägstankar. För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 %.

Observera att det i /8/ redovisas en *not* att de sannolikheter som är angivna för tjockväggiga tankar främst har angetts för att markera att sannolikheten för utsläpp är mycket nära 0. Med hänsyn till detta kommer utsläppsfördelningen att utgå från ovanstående uppgifter om en generell reduktion av sannolikheten för utsläpp från tjockväggiga tankar i förhållande till tunnväggiga tankar. För tjockväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp då 1 %.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /8/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

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

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

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /9/:

	<b>Litet</b>	<b>Medelstort</b>	<b>Stort</b>
• omedelbar antändning: (jetflamma)	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning: (gasmolnsexplosion)	0 %	25 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	60 %	30 %

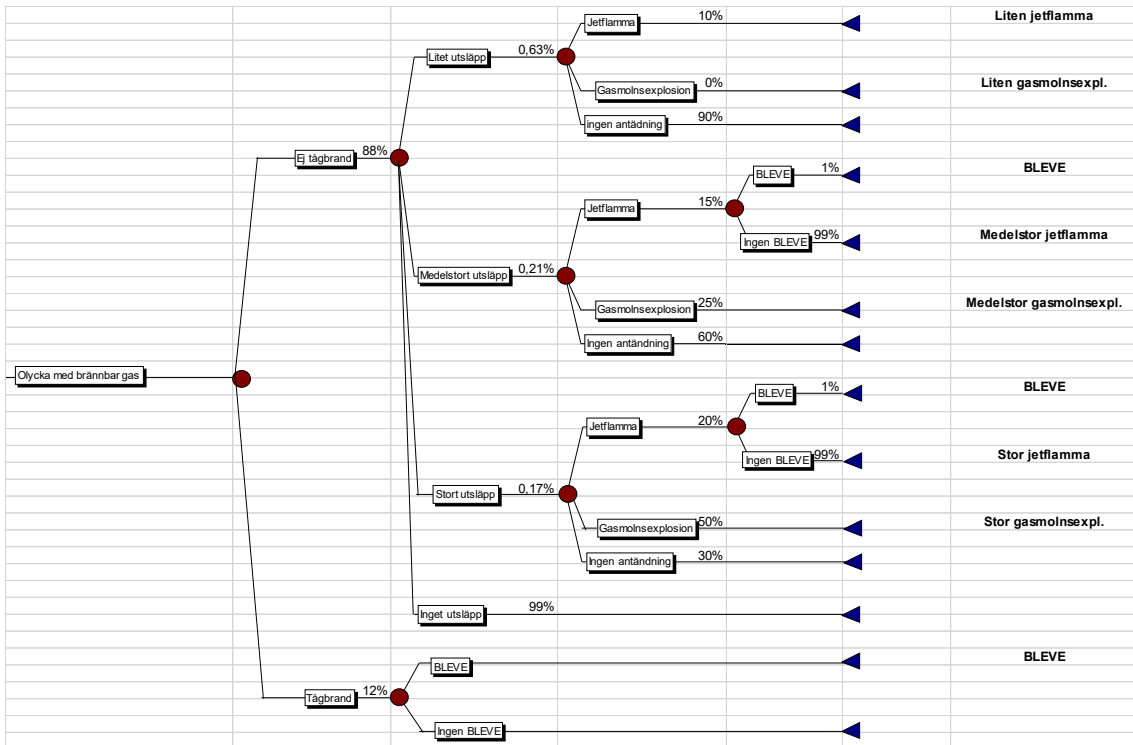
En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolycka leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre 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. Sannolikheten för BLEVE till följd av tågbrand antas vara mindre än hälften av sannolikheten för mycket stor godsbrand vid brand i "vanlig godsvagn" enligt avsnitt 3.2. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

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

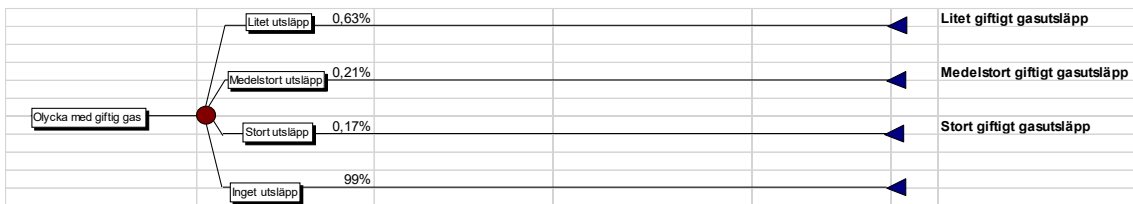
Figur A.1 och figur A.2 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara respektive giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.8.

---

/9/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	Prognosår 2040
<b>Järnvägsolycka med klass 2.1</b> (75% av klass 2)	<b>9,0E-06</b>	<b>2,8E-05</b>
Urspårning	7,9E-06	2,5E-05
Tågbrand	1,1E-06	3,4E-06
Liten jetflamma	4,9E-09	1,5E-08
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00
Medelstor jetflamma	2,4E-09	7,6E-09
Medelstor gasmolnsexplosion	4,1E-09	1,3E-08
Stor jetflamma	2,4E-09	7,6E-09
Stor gasmolnsexplosion	4,1E-09	1,3E-08
BLEVE	5,5E-09	1,7E-08
-pga jetflamma	5,1E-11	1,6E-10
-pga brand i godsvagn	5,4E-09	1,7E-08
<b>Järnvägsolycka med klass 2.3</b> (5% av klass 2)	<b>5,2E-07</b>	<b>1,6E-06</b>
Litet utsläpp giftig gas	3,3E-09	1,0E-08
Medelstort utsläpp giftig gas	1,1E-09	3,4E-09
Stort utsläpp giftig gas	8,8E-10	2,7E-09

### 3.3.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar, se avsnitt 3.3.2. *Klass 2. Gaser* ovan.

För tunnväggiga tankar är den sammanlagda sannolikheten för utsläpp 30 % /8/.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /8/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

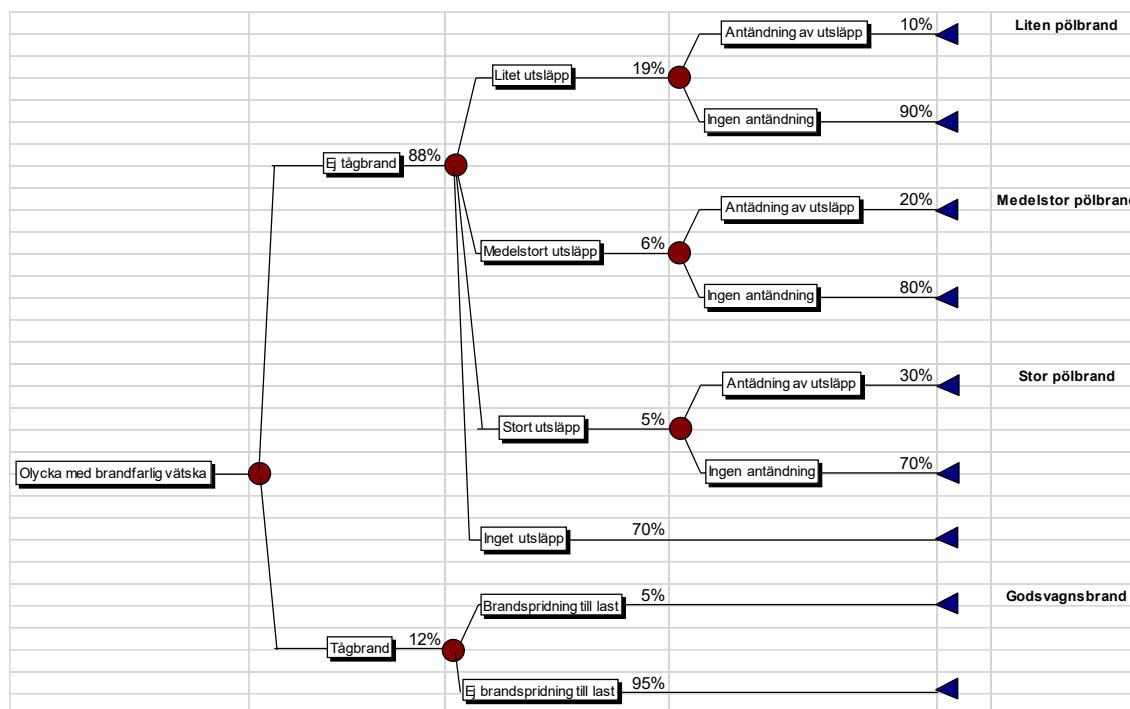
Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /8/:

- Litet läckage: 10 %
- Medelstort läckage: 20 %
- Stort läckage: 30 %

Omfattande brand kan även uppstå om en tågbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor.

Med hänsyn till gällande regler enligt RID-S uppskattas sannolikheten för att en tågbrand växer sig stor och riskerar att spridas till lasten vara maximalt 5 % (d.v.s. hälften av vad som antas för en "vanlig godsvagn" enligt avsnitt 3.2).

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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	Prognosår 2040
<b>Järnvägsolycka med klass 3</b>	<b>3,7E-05</b>	<b>1,2E-04</b>
Urspårning	3,3E-05	1,0E-04
Tågbrand	4,5E-06	1,4E-05
Liten pölbrand	6,1E-07	1,9E-06
Medelstor pölbrand	4,1E-07	1,3E-06
Stor pölbrand	4,9E-07	1,5E-06
Godsvagnsbrand	2,3E-07	7,0E-07

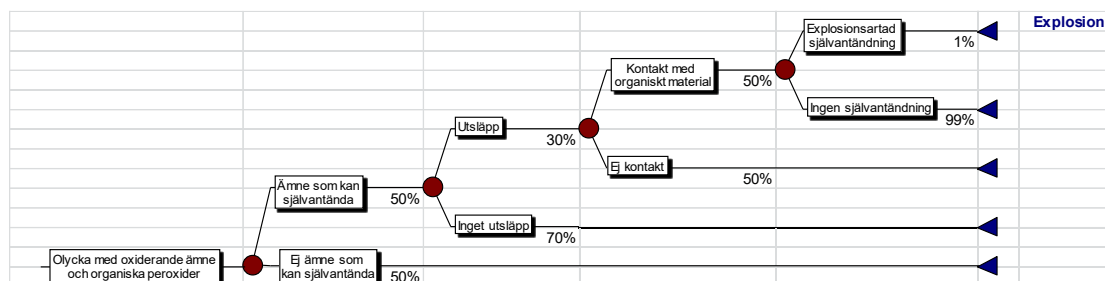
### 3.3.3 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Enligt regelverket RID-S /11/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

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

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



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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	Prognosår 2040
Järnvägsolycka med klass 5	2,2E-05	6,8E-05
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	1,6E-08	5,1E-08

## 4. Känslighetsanalys

### 4.1 Del 1. Förändrat transportantal – godstrafik enligt nationellt snitt

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar att antalet transporter av farligt gods för prognosåret 2040 följer det nationella snittet för transporter av farligt gods baserat på den totala trafiken på den aktuella järnvägen.

Information om det nationella snittet för transporter av farligt gods på järnväg har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKA) som bland annat ansvarar för statistik inom området bantrafik. Utifrån statistik över godsmängd per farligt godsklass under perioden 2018-2022 /10/ fördelningen av respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan. Enligt tidigare sätts andelen farligt godstransporter till 5,4 % av den totala godsmängden.

I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan (beräkningar för explosiva ämnen redovisas i nästa avsnitt), men där antalet transporter har antagits enligt Tabell A.11.

Tabell A. 11. Känslighetsanalys del 1. Beräknade frekvenser vid förändrat transportantal.

Klass	Antal farligt godsvagnar
	År 2040 - KA
1. Explosiva ämnen och föremål	<1
2. Gaser	2035
3. Brandfarliga vätskor	3093
4. Brandfarliga fasta ämnen	320
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	1264
6. Giftiga ämnen	169
7. Radioaktiva ämnen	1
8. Frätande ämnen	1232
9. Övriga farliga ämnen och föremål	13
<b>Totalt</b>	<b>8127</b>

/10/ Statistikrapporter från Trafikanalys:

Bantrafik 2018  
 Bantrafik 2019  
 Bantrafik 2020  
 Bantrafik 2021  
 Bantrafik 2022

#### 4.1.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /11/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

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

- < 700 kg/vagn: ca 90 %
- 700 – 2 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- 2 000 – 4 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- > 4000 kg/vagn: ca 3,3 %

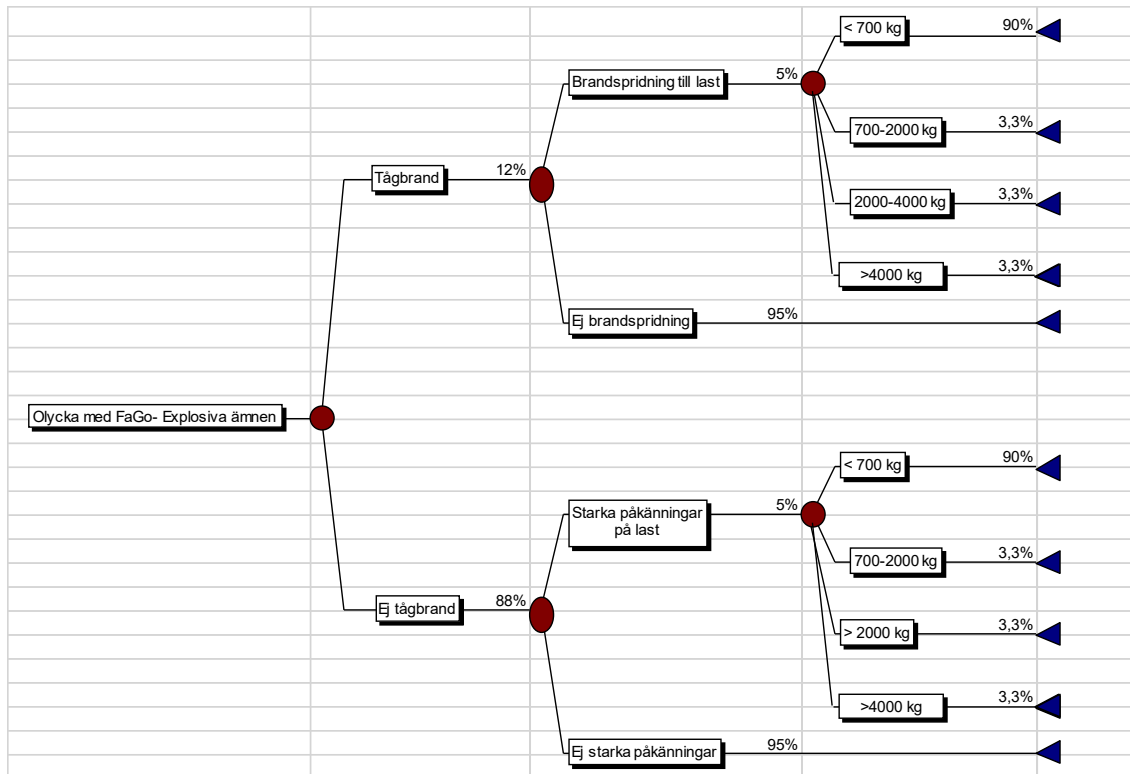
Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten:

- Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport /11/. Utifrån detta bedöms det vara mycket låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Sannolikheten för stora påkänningar är dessutom beroende av utformningen av området utmed järnvägen. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 5 % av fallen.
- Utifrån underlaget som redovisas i avsnitt 2.3 och 3.2 uppskattas frekvensen för en tågbrand i en godsvagn med explosiva ämnen.
- Med hänsyn till gällande regler enligt RID-S uppskattas sannolikheten för att en tågbrand växer sig stor och riskerar att spridas till lasten vara maximalt 5 % (d.v.s. hälften av vad som antas för en "vanlig godsvagn" enligt avsnitt 3.2).

Figur A.5 redovisar ett händelseträäd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.12. Den totala frekvensen för olycka med explosiva ämnen utgörs av frekvensen för järnvägsolycka med explosivämnen enligt tabell A.12 + frekvensen för tågbrand i vagn med explosiva ämnen, se ovan. Sannolikheten för tågbrand utgår från förhållandet mellan dessa två delfrekvenser.

---

/11/ RID-S 2017 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2016:9, 2017



Figur A.5. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.12. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens [per år]
	<i>Prognosår 2040 med nationell statistik över transporter</i>
<b>Järnvägsolycka med klass 1</b>	<b>9,1E-10</b>
Urspårning	9,1E-10
Tågbrand	0,0E+00
Explosion med klass 1.1 (massexplosiva ämnen)	
< 700 kg	4,1E-11
- P.g.a. starka påkänningar	3,6E-11
- P.g.a. tågbrand	4,9E-12
700-2000 kg	1,5E-12
- P.g.a. starka påkänningar	1,3E-12
- P.g.a. tågbrand	1,8E-13
2000-4000 kg	1,5E-12
- P.g.a. starka påkänningar	1,3E-12
- P.g.a. tågbrand	1,8E-13
> 4000 kg	1,5E-12
- P.g.a. starka påkänningar	1,3E-12
- P.g.a. tågbrand	1,8E-13

#### 4.2 Del 2. Fördubblad trafik år 2040

Denna del av känslighetsanalysen utförs för 300 persontåg och 50 godståg med andel transporter av farligt gods och fördelning på klasser enligt underlag från Trafikverket för den aktuella sträckan och beräkningsgången i denna bilaga.

## Bilaga B – Konsekvensberäkningar olycka på Mälarbanan

Uppdragsnamn			
Kopparlunden DP Öst			
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum	
Klövern Cylindern HB	508979	2025-10-16	
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll	
Pierre Wahlqvist	PWT 2025-10-16	LSS	2025-10-16

---

### 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån inom Kopparlunden. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande järnvägen:

- Urspårning
- Tågbrand
- Olycka med farligt gods
  - 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 (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

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

Explosion vid transport av massexplodivt ämne (klass 1.1.) studeras endast som känslighetsanalys då sådana transporter kan medföra stora konsekvenser men sådana transporter (enligt underlag från Trafikverket) inte förekommer på aktuell järnväg.

I riskanalysen används riskmåten **individrisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område (avsnitt 2) respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk (avsnitt 3).

### 2. Beräkning av skadeavstånd/-områden

#### 2.1 Urspårning

##### Metodik

I bilaga A redovisas beräkningar av urspårningsfrekvens samt sannolikheten för att en järnvägsvagn kolliderar med kringliggande bebyggelse med sådan kraft att byggnaden rasar. Skadefrekvensen reduceras som funktion av avståndet från järnvägen och är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället.

Konsekvensberäkningarna omfattar följande skadescenarier:

- Urspårning persontåg (maximalt skadeavstånd 18,4 m vid 200 km/h)
  - "Liten" urspårning, skadeavstånd < 10 meter

- ”Stor” urspårning, 18 meter

#### Bedömningskriterier

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

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

#### Resultat

I tabell B.1 redovisas de maximala skadeavstånden för respektive skadescenario (liten och stor urspårning). Enligt bilaga A är sannolikheten för scenariona mycket låg. Enligt ovan är maximal urspårning baserat på gällande hastighetsbegränsning på Mäljarbanan cirka 18 meter.

Tabell B.1. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid urspårning.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeområde (meter)	
		bredd (utmed riskkälla)	längd (vinkelrätt riskkälla)
<b>Urspårning persontåg, min</b>			
Inomhus	50%	500	9
Utomhus	100%	500	9
<b>Urspårning persontåg, max</b>			
Inomhus	50%	500	18
Utomhus	100%	500	18
<b>Urspårning godståg, min</b>			
Inomhus	50%	500	9
Utomhus	100%	500	9
<b>Urspårning godståg, max</b>			
Inomhus	50%	500	18
Utomhus	100%	500	18

## 2.2 Tågbrand

#### Metodik

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

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

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar enligt beskrivningen nedan (metoden motsvarar den som används för strålningsberäkningar för pölbränder, se även avsnitt 2.3.4):

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

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

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D$  /1/.

**Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)** – Den utfallande strålningen (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /3/:  $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$

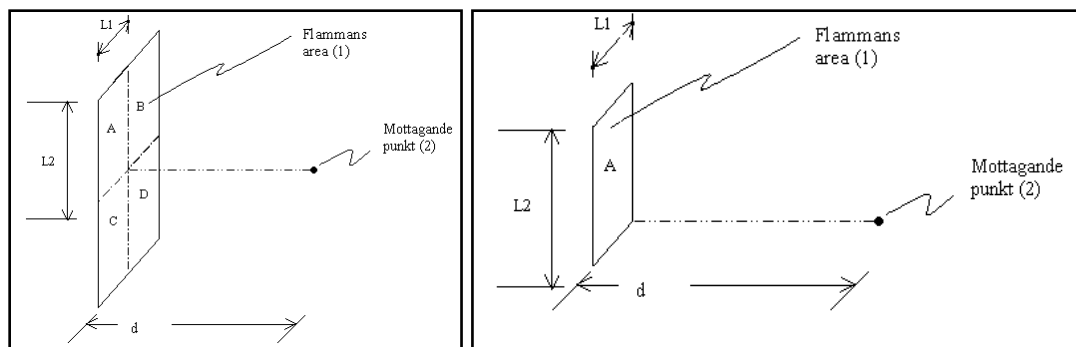
**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.1). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /4/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

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

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

$\theta_1 = \theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0) och  $A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur B.1.



Figur B.1. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /5/:

- 
- /1/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005
  - /2/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000
  - /3/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989
  - /4/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999
  - /5/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

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

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.1.}$$

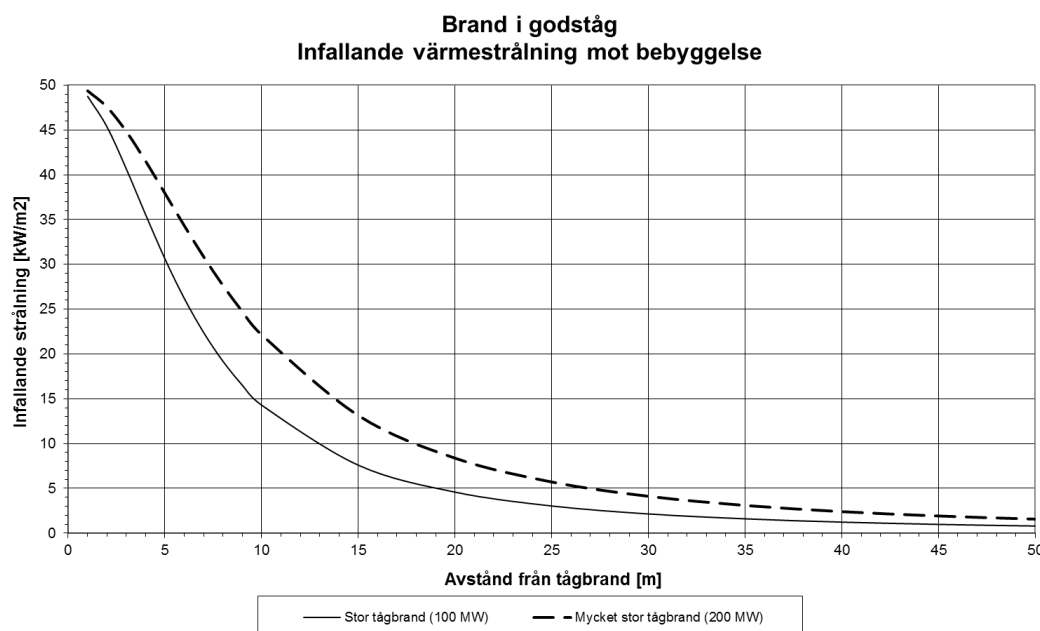
**Infallande strålning (I)** – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m<sup>2</sup>) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden för de olika scenarierna (se tabell B.2).

Tabell B.2. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

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

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



Figur B.2. Infallande strålning som funktion av avståndet från brand i godståg.

### Bedömningskriterier

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

I tabell B.3 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

Tabell B.3. Effekter av olika strålningsnivåer /1,6/.

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

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /7/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring tågbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> omkommer.

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

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

#### Resultat

I tabell B.4 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

/6/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

/7/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid tågbrand.

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

## 2.3 Järnvägsolycka med farligt gods

### 2.3.1 Klass 2.1 Brännbara Gaser

#### Metodik

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

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

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn (ca 40 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.5 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.5. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

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

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /8/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

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

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

#### Bedömningskriterier

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

**Utomhus:** I tabell B.8 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /6/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

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

#### Resultat

I tabell B.6 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Tät bebyggelse bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**.

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus	6	5	-	-
	50 % utomhus	6	5	-	-
	5 % inomhus	2	5	-	-

/8/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Liten gasmolnexplosion	50 % <i>utomhus</i>	2	5	-	-
Medelstor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	15	15	-	-
	50 % <i>utomhus</i>	15	15	-	-
Medelstor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	50	70	50	35
	50 % <i>utomhus</i>	50	70	50	35
Stor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	215	55	50	30
	50 % <i>utomhus</i>	215	55	50	30
Stor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	165	185	165	75
	50 % <i>utomhus</i>	165	185	165	75
BLEVE	5 % <i>inomhus</i>	440	265	530	135
	50 % <i>utomhus</i>	440	265	530	135

### 2.3.2 Klass 2.3 Giftiga Gaser

#### Metodik

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

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca **65 ton klor**. I tabell B.7 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.7. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

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

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

- Litet utsläpp (packningsläckage): 0,45 kg/s
- Medelstort utsläpp (brott på rör): 4.6 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 112 kg/s

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

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

## Bedömningskriterier

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

## Resultat

I tabell B.8 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Enligt ovan utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden. Föreslagen bebyggelsestruktur med en kraftig förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällan bedöms ha en avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, åtminstone 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	2	5
	50%	0	0	6	10
	5%	0	0	10	20
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	10	10	100	160
	50%	25	55	130	225
	5%	40	100	150	275

### 2.3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

#### Metodik

För denna farligt godsclass 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.

Utformningen av spårområdet med makadam och dränering innebär att spridningen av ett vätskeutsläpp på järnväg bedöms bli relativt begränsat, även vid ett stort utsläpp, eftersom underlagets genomsläplighet är god. I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar /9/. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m.

Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Utifrån ovanstående beskrivning bedöms dock även ett stort utsläpp medföra en pöldiameter som överstiger 15-20 meter. Scenariot godsvagnsbrand med klass 3-gods kommer att studeras utifrån motsvarande metodik, men i detta fall tas ingen hänsyn till pölens utbredning.

/9/ Konsekvenser vid tankbilsolycka med bensin i Stockholms innerstad, Stockholms brandförsvär, 1998

Konsekvensberäkningar utförs för följande skadescenarier:

- Liten pölbrand: 50 m<sup>2</sup>
- Medelstor pölbrand: 100 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 200 m<sup>2</sup>
- Godsvagnsbrand (med klass 3 gods): Max brandeffekt ca 300 MW (effekten motsvarar det värde som anges i /10/ för tankbilsbrand, vilket härstammar från en bedömning som baseras på den högsta brandeffekt som uppmätts vid eldning av gods i tunnel)

Beräkningsmetodiken följer den som redovisas i avsnitt 2.2.

Med hjälp av gällande samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de två skadescenarierna (se tabell B.9).

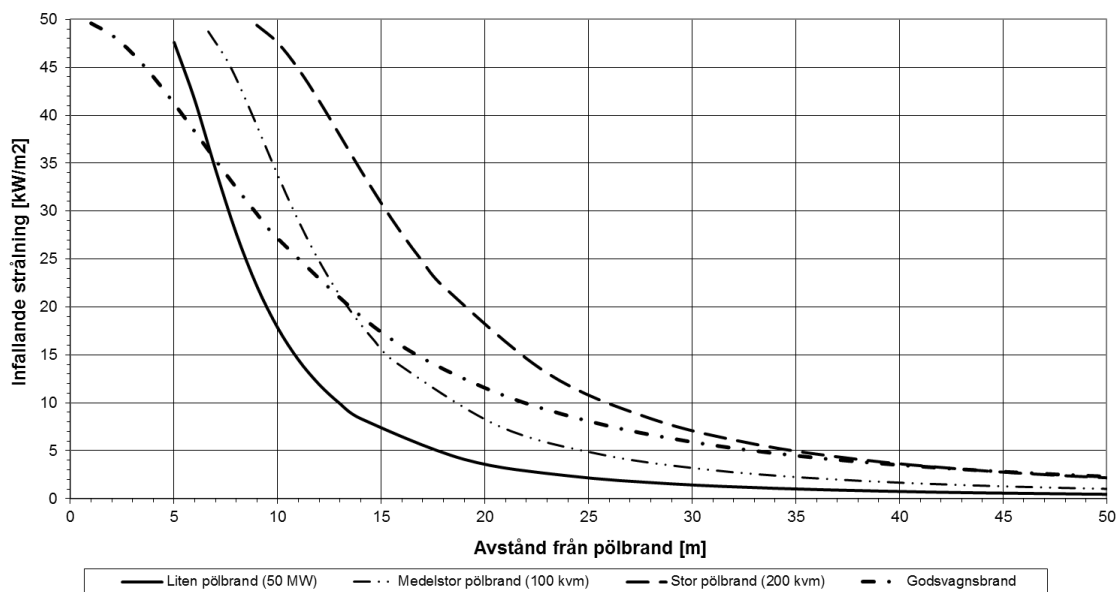
*Tabell B.9. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.*

Scenario	Brinnande yta A <sub>F</sub> (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D <sub>f</sub> (m)	Flamhöjd H <sub>f</sub> (m)	Utfallande strålning I <sub>0</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
<b>Olycka på järnväg</b>					
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Stor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Godsvagnsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.3. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I diagrammen beaktas även pölarnas radie (ej för godsvagnsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.

Enligt tabell B.9 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

## Infallande värmestrålning mot bebyggelse Ingen barriär - fri spridning av pöl



Figur B.3. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive godsvagnsbrand.

### Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.2.

### Resultat

I tabell B.10 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.10. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<b>Liten pölbrand (500 MW)</b>	5% inomhus	11
	100% utomhus	7
	50% utomhus	11
	5% utomhus	13
<b>Medelstor pölbrand (100 MW)</b>	5% inomhus	15
	100% utomhus	9
	50% utomhus	15
	5% utomhus	18
<b>Stor pölbrand (200 MW)</b>	5% inomhus	22
	100% utomhus	13
	50% utomhus	22
	5% utomhus	25
<b>Godsvagnsbrand (300 MW)</b>	5% inomhus	17
	100% utomhus	7
	50% utomhus	17
	5% utomhus	22

## 2.3.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

### Metodik

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

I den riskanalys som togs fram för fördjupad översiktsplan för Göteborg 1996 /11/ angavs att den explosiva blandning som kan bildas vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosiv blandning med 25 ton trotyl. Detta scenario utgår dock från antagandet att vagnen med oxiderande ämnen kolliderar med en vagn med brandfarlig vätska (klass 3) som blandas med utsläppet. Skadescenariot bedöms vara mycket konservativt för de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna (hänsyn tas t.ex. inte till att det skadedrabbade tåget transporterar både klass 5 och klass 3 eller att utsläpp sker från både en vagn med klass 5 och en vagn med klass 3).

Med hänsyn till de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna antas ett mer trovärdigt skadescenario innebära att det oxiderande ämnet blandas med exempelvis tågets smörjmedel. Detta scenario bedöms kunna motsvara det, i /11/, dimensionerande scenario för olycka med oxiderande ämnen på väg, ca 3 ton trotyl. För att inte underskatta konsekvenserna av det aktuella skadescenariot kommer konsekvensberäkningarna att utgå från de beräkningar som redovisas i avsnitt 4.1.1 avseende explosion med **4 ton trotyl**. I de fortsatta riskberäkningarna kommer dessutom det värsta tänkbara scenariot att beaktas (d.v.s. motsvarande explosion med 25 ton trotyl enligt ovan) för 1 % av den sammanlagda frekvensen för det aktuella skadescenariot (explosionsartat brandförlopp vid självantändning).

### Bedömningskriterier

Se avsnitt 4.1.1

### Resultat

I tabell B.11 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

*Tabell B.11. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.*

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	100 % <i>inomhus</i>	30
	15 % <i>inomhus</i>	80
	50 % <i>utomhus</i>	40
Worst case scenario (motsvarar > 4 000 kg (25 000 kg) massexplosion)	100 % <i>inomhus</i>	50
	15 % <i>inomhus</i>	200
	100 % <i>utomhus</i>	70

/11/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

### 3. Beräkning av antal omkomna för beräkning av samhällsrisk

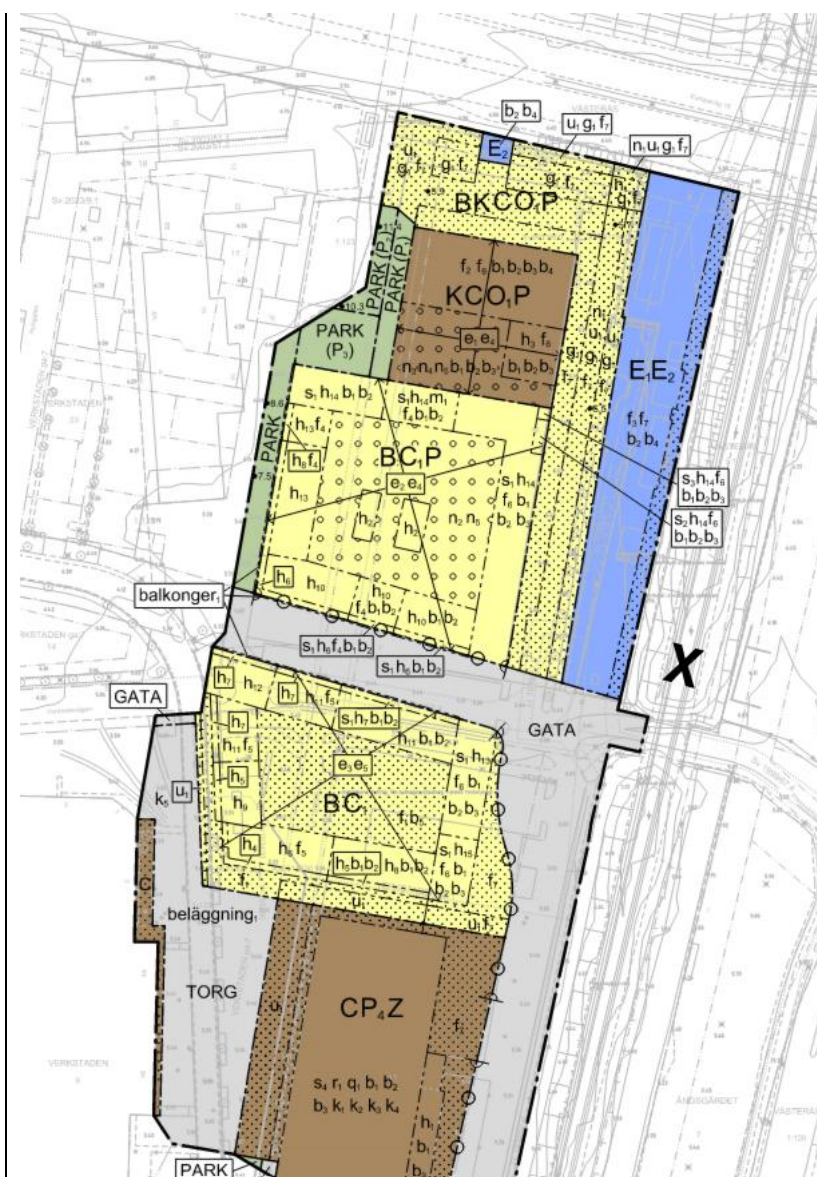
#### 3.1 Förutsättningar

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

Figur B.4 utgör en översiktsbild som visar det studerade planområdet och dess omgivning. Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse).

Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för de planerade byggnaderna.

Figur B.4 utgör en översiktsbild som visar det studerade området. Krysset i figuren visar tänkt placering av olyckan.



Figur B.4. Kopparlunden DP Öst med markerad plats för ponerad olycka.

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten, samt befintlig bebyggelse i omgivningen (inklusive antagna detaljplaner inom övriga Kopparlunden). Beräknat antal omkomna per scenario förutsätter att områden mellan Mälarbanan och kvarteren inte medför stadigvarande vistelse eller tillkommande komplementbyggnader (utöver de teknikbyggnader som finns där idag).

### **3.2 Resultat**

I tabell B.12 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 3.1).

Tabell B.12. Beräknade konsekvenser – antal omkomna.

Skadescenario	Uppskattat antal omkomna		Kommentar
	Utbyggnadsalternativ inomhus	Utbyggnadsalternativ utomhus	
<b>1. Urspåring</b>			
Urspåring persontåg	0	0	Skadeområdet är för litet för att ett urspårat tåg medför att personer omkommer.
Urspåring godståg	0	0	
<b>2. Brand i godståg</b>			
Stor tågbrand	0	0	Denna typ av bränder medför inte tillräcklig strålningspåverkan mot byggnader för att personer där kan antas omkomma.
Mycket stor tågbrand	0	0	
<b>Klass 2.1 Brännbar gas</b>			
Liten jetflamma	0	0	De mindre olyckorna har inte tillräckliga konsekvensområden för att utfallet ska bli dödligt. De större olyckorna riskerar att påverka bebyggelse i stor omfattning. Speciellt lokaler/bostäder med fasaderna mot järnvägen kommer att påverkas vid större gasmolnexplosion och Bleva då de ligger som en skärm mot järnvägen. Kvarterens utformning medför att konsekvenserna kan bli stora men samtidigt kommer skyddande effekter erhållas för övriga kvartersstrukturer bakom. För Bleva och större gasmolnexplosion kan även omkomna befaras på andra sidan Malmbergsgatan.
Liten gasmolnexplosion	0	0	
Medelstor jetflamma	0	0	
Medelstor gasmolnexplosion	45	1	
Stor jetflamma	12	1	
Stor gasmolnexplosion	85	1	
BLEVE	220	0	
<b>Klass 2.3 Giftig gas</b>			
Litet utsläpp	0	0	Små utsläpp av gas påverkar inte området. Ju större utsläppet blir ju fler kan förväntas omkomma, risk föreligger för spridning in i byggnader samt påverkan inom andra delar av Kopparlunden. Människor i byggnader är generellt mer skyddade än människor i det fria.
Medelstort utsläpp	3	1	
Stort utsläpp	45	40	
<b>Klass 3 Brandfarlig vätska</b>			
Liten pölbrand	0	0	Denna typ av bränder medför inte tillräcklig strålningspåverkan mot byggnader för att personer där kan antas omkomma.
Medelstor pölbrand	0	0	
Stor pölbrand	0	0	
Godsvagnsbrand	0	0	
<b>Klass 5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider</b>			
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	110	0	Olyckstyperna är kraftfulla med stora skadeområden som riskerar att påverka skärmbeskyddet mot järnvägen samt bebyggelse på andra sidan Malmbergsgatan.
Worst case scenario (motsvarar 25 000 kg massexplosion)	550	1	

## 4. Känslighetsanalys

### 4.1 Del 1. Förändrat transportantal – godstrafik enligt nationellt snitt

Känslighetsanalysen påverkas genom att konsekvenser av olyckor innefattande explosiva ämnen tas med i beräkningar. I detta avsnitt genomförs därför konsekvensberäkningar för den typen av olyckor.

#### 4.1.1 Klass 1. Explosiva ämnen

##### Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet. Konsekvensberäkningarna omfattar fyra skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 700 kg (transporter med < 700 kg)
- 2000 kg (transporter med 700-2 000 kg)
- 4000 kg (transporter med 2000-4000 kg)
- 25000 kg (transporter vid >4000 kg)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner /12/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck ( $P_+$ ) och impulstäthet ( $I_+$ ) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck ( $P_C$ ) och impuls ( $I_C$ ). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

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

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck ( $P_+$ ), impulstäthet ( $I_+$ ) samt varaktighet ( $t_+$ ) för de studerade explosionsscenerierna. I figur B.5 och figur B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av  $1,8 \cdot X$  kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

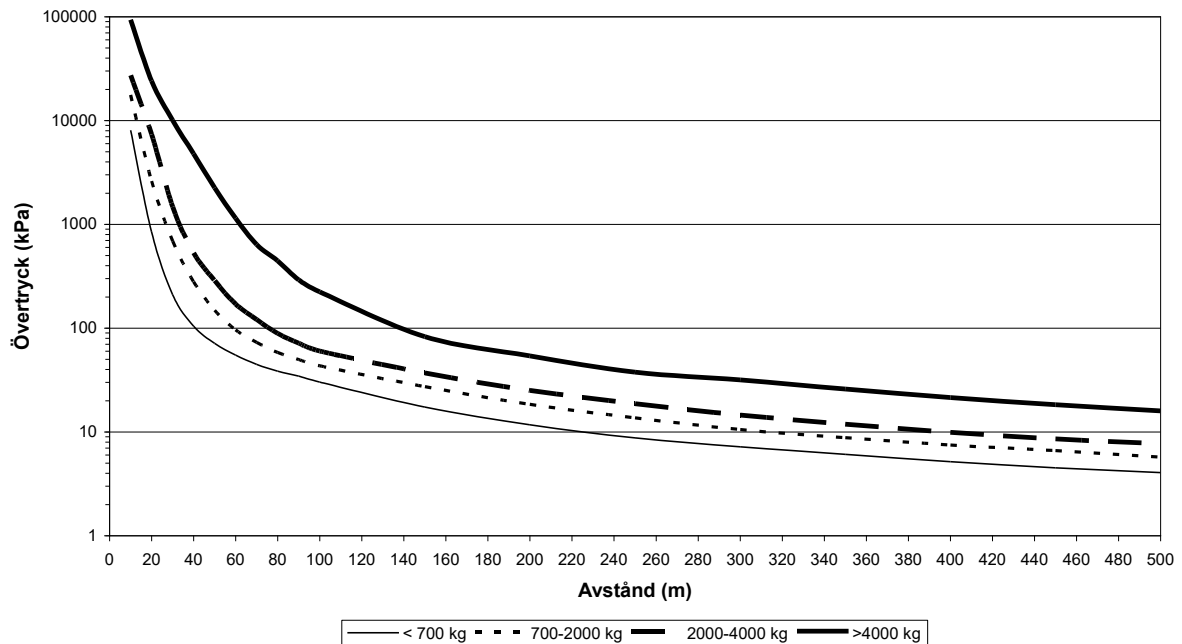
Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck ( $180^\circ$ ).

Explosionens varaktighet  $t_+$  beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /12/:

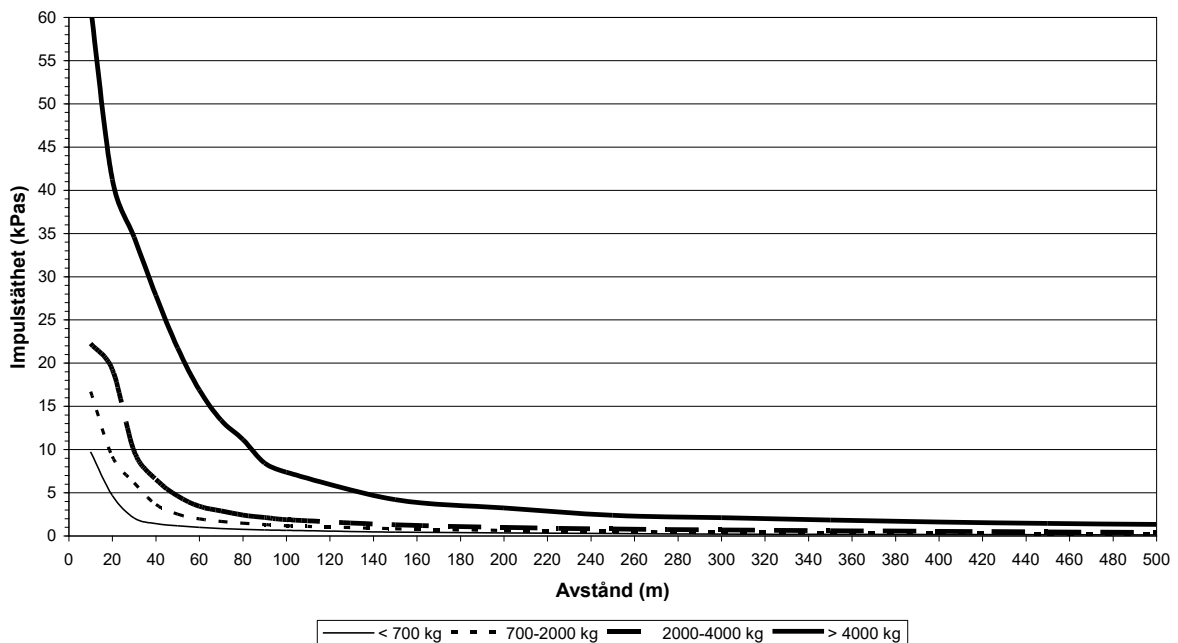
$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$

---

/12/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



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



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

### Bedömningskriterier

**Inomhus:** Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck ( $P_+$ ) och impulstäthet ( $I_+$ ) i förhållande till byggnadsdelarnas karakteristiska tryck ( $P_c$ ) och impuls ( $I_c$ ), se ekvationen i avsnitt 4.1.1. I tabell B.13 anges karakteristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impulstäthet ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärrighet /12/.

Tabell B.13. Karakteristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impuls ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	$P_c$ (kPa)	$I_c$ (kPas)
<b>Bärande konstruktioner</b>		

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

De infallande tryck som redovisas i figur B.3 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.3 respektive figur B.4. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden.

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

**Utomhus:** En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /6/:

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

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 4.1.3. uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- < 700 kg:                10 %                • 2 000-4 000 kg:        50 %
- 700-2 000 kg:         25 %                • > 4 000 kg:            100 %

#### Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.14 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Tabell B.14. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	Uppskattat antal omkomna (samhällsrisk)
< 700 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	10	1
	15 % <i>inomhus</i>	30	
	10 % <i>utomhus</i>	20	
700–2 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	20	70
	15 % <i>inomhus</i>	60	
	25 % <i>utomhus</i>	30	
2 000-4 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	30	240
	15 % <i>inomhus</i>	80	
	50 % <i>utomhus</i>	40	
> 4 000 kg massexplosion (25 000 kg)	100 % <i>inomhus</i>	50	850
	15 % <i>inomhus</i>	200	
	100 % <i>utomhus</i>	70	

#### 4.2 Del 2. Fördubblad trafik år 2040

Denna del av känslighetsanalysen påverkar inte beräkningarna i denna bilaga.