

Karlshamns kommun  
Stationsområdet  
**FÖRDJUPAD RISKBEDÖMNING**



Slutgiltig handling – Rev A

Författare: Lars Strömdahl

Dokumentgranskare: Robin Zetterlund

Datum: 2019-05-17

## SAMMANFATTNING

Denna rapport upprättas på uppdrag av Karlshamns kommun som ett underlag för planprogrammet Stationsområdet. Karlshamns vision för området är att skapa en helt ny stadsdel (blandad kvartersstad) och knyta samman stadskärnan med Prästslätten norr om området. Tillkommande bebyggelse planeras i kollektivtrafikhärläge och i nära anslutning till Karlshamns station samt Karlshamn bangård.

Som underlag till planprogrammet finns sedan tidigare en riskbedömning framtagen [1]. Riskbedömning identifierar och bedömer två riskkällor; Blekinge kustbana (järnvägen) och Karlshamns bangård. Med avseende på bangården är dock analysen generellt hållen och en mer nyanserad/fördjupad bedömning har därför bedömts nödvändig. Aktuell rapport utgör en fördjupning av tidigare underlag med avseende på risker förknippade med Karlshamns bangård som ligger i nära anslutning till Stationsområdet. I berörda delar ersätter aktuell rapport de tidigare underlagen.

Rapporten är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker<sup>1</sup>, med direkt påverkan på människors liv och hälsa. Naturolyckor<sup>2</sup> och sociala olyckor<sup>3</sup> behandlas inte. Riskbedömningen berör endast programområdet och resultaten kan inte överföras på befintlig bebyggelse.

Horisontår för utredningen är 2040.

Resultaten visar att individrisken inom ca 30 meter från närmsta spårmitr är förhöjd. Samhällsrisken bedöms för de studerade etapperna som acceptabel utan åtgärder. Följande åtgärder föreslås inarbetas i planförslaget:

- Bebyggelsefritt avstånd om minst 25 m mellan närmsta spårmitr och tillkommande bebyggelse.
- Marken utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus inom 30 m från närmsta spårmitr\*. (gäller inte platser som ligger i skydd av framförvarande bebyggelse)
- Fönster och glaspartier som vetter mot bangården (inom 30 m från närmsta spårmitr) utformas i explosionsresistent klass ER1 enligt EN 13541.
- Fasader och bärande stommar inom 50 m från närmsta spårmitr dimensioneras för att motstå karaktäristiska tryck och impulstätheter från motsvarande 100 kg dynamit.\*\*
- Utrymning möjliggörs bort från bangården (inom 50 m från närmsta spårmitr).

---

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

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

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

\*Åtgärden innebär exempelvis att balkonger och uteplatser inte får placeras i nära anslutning till bangården (<30 m) så till vida de inte skyddas av framförvarande bebyggelse. T.ex. kan balkonger placeras i fasad i riktning bort från bangården.

\*\*Kravet på stommar och fasader syftar till att byggnaden ska kunna motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.

## Innehållsförteckning

<b>I</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>5</b>
1.1	Syfte och mål.....	5
1.2	Avgränsningar .....	5
1.3	Kravbild .....	6
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING .....</b>	<b>8</b>
2.1	Stationsområdet med närområde .....	8
2.2	Planerad bebyggelse och etappindelning.....	8
2.3	Verksamheten vid Karlshamns bangård.....	11
<b>3</b>	<b>OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK.....</b>	<b>12</b>
3.1	Omfattning av riskhantering.....	12
3.2	Metodik för riskidentifiering.....	12
3.3	Metodik för riskanalys .....	13
3.4	Metodik för riskvärdering.....	13
3.5	Metodik för framtagande av riskreducerande åtgärder .....	14
<b>4</b>	<b>RISKIDENTIFIERING .....</b>	<b>15</b>
4.1	Riskkällor .....	15
4.2	Skyddsvärden .....	17
<b>5</b>	<b>RISKANALYS .....</b>	<b>18</b>
5.1	Individrisk.....	18
5.2	Samhällsrisk.....	19
5.3	Osäkerheter och känslighetsanalys .....	21
<b>6</b>	<b>RISKVÄRDERING OCH RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>29</b>



## I INLEDNING

Denna rapport upprättas på uppdrag av Karlshamns kommun som ett underlag för planprogrammet Stationsområdet. Karlshamns vision för området är att skapa en helt ny stadsdel (blandad kvartersstad) och knyta samman stadskärnan med Prästslätten norr om området. Tillkommande bebyggelse planeras i kollektivtrafiknära läge och i nära anslutning till Karlshamns station samt Karlshamn bangård.

Som underlag till planprogrammet finns sedan tidigare en riskbedömning framtagen [1]. Riskbedömning identifierar och bedömer två riskkällor Blekinge kustbana (järnvägen) och Karlshamns bangård. Med avseende på bangården är dock analysen generellt hållen och en mer nyanserad/fördjupad bedömning har därför bedömts nödvändig. Aktuell rapport utgör således en fördjupning av tidigare underlag med avseende på risker förknippade med Karlshamns bangård som ligger i nära anslutning till Stationsområdet. I berörda delar ersätter aktuell rapport de tidigare underlagen.

### I.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker hanteras på ett tillfredsställande sätt inom planområdet och i enlighet med Plan- och Bygglagen [2] och Miljöbalken [3]. Målet är att fördjupa bedömningen av olycksrisker för programområdet förknippade med Karlshamns bangård och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Målet är även att programområdet ska få en acceptabel risknivå och samtidigt uppfylla Karlshamns kommuns önskemål för området.

### I.2 Avgränsningar

Rapporten är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker<sup>4</sup>, med direkt påverkan på människors liv och hälsa. Naturolyckor<sup>5</sup> och sociala olyckor<sup>6</sup> behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas inte.

Rapporten är en fördjupning av tidigare riskhantering/underlag och behandlar endast olycksrisker förknippade med Karlshamns bangård, som ligger i anslutning till området. Karlshamns kommuns planeringsinriktning är att bangården ska omlokaliseras till Stilleryd inom en inte alltför avlägsen framtid. Inom ramen för aktuell riskbedömning förutsätts dock att bangården ligger kvar i befintligt läge.

---

<sup>4</sup> Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

<sup>5</sup> Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

<sup>6</sup> Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

Två utbyggnadsalternativ/etapper bedöms inom ramen för aktuell rapport: Etapp 1 - Utbyggnad av nedre delen mot Erik Dahlbergsvägen och Etapp 2 – Maximal utbyggnad.

Horisontår för utredningen är 2040. Detta innebär exempelvis att trafikmängder och befolkningstäthet har räknats upp mot detta år.

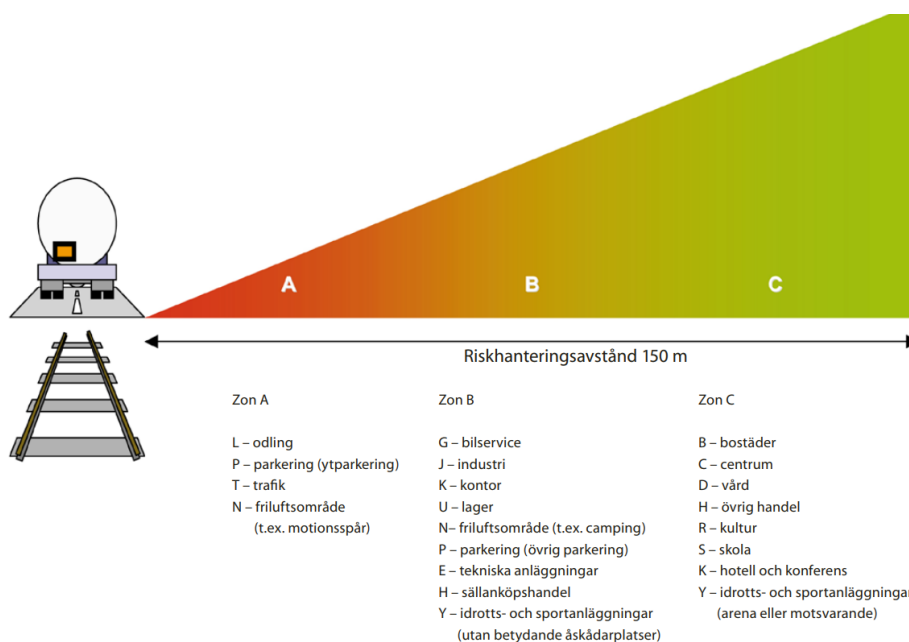
Befintlig bebyggelse (utanför programområdet) berörs inte i aktuell rapport.

### 1.3 Kravbild

Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [2] och Miljöbalken [3]. Bland annat innebär detta att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

Karlshamns kommun/Blekinge län har inga egna riktlinjer på området varför nedan redovisade riktlinjer används inom ramen för aktuell riskbedömning.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplanprocessen* [4] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I Figur 1-1 nedan illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.



*Figur 1-1 Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt god [4].*

RIKTSAM är Länsstyrelsen i Skånes riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen [5]. Dessa riktlinjer utgör inte krav på hur riskhänsyn skall tas i samhällsplaneringen utan är avsedda som hjälpmedel för att möjliggöra en tydligare hantering av planärenden. RIKTSAM är således utformat för att utgöra ett stöd vid upprättandet av beslutsunderlag. Riktlinjerna i RIKTSAM utformas som tre olika vägledningar:

- Vägledning 1: Skyddsavstånd
- Vägledning 2: Deterministiska kriterier
- Vägledning 3: Deterministiska och probabilistiska kriterier avseende individ- och samhällsrisk

Dessa vägledningar kan tillämpas på olika sätt beroende på den planerade markanvändningens karaktär samt på vilket avstånd från transportled som studerad markanvändning planeras.

## 1.4 Revideringar

Rev A – Mindre förtydligande i rapporten för att öka läsbarheten och underlätta vid anpassningar av programförslaget. Reviderade stycken markeras med streck i sidan. Revidering gjord 2019-06-03.

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs Stationsområdet med närområde (inklusive utvecklingsplaner för infrastruktur), planerad bebyggelse och etappindelning samt verksamheten vid Karlshamns bangård.

### 2.1 Stationsområdet med närområde

Stationsområdet är centralt beläget i Karlshamn och ligger i direkt anslutning till Karlshamns station. Kommunens vision för området framgår tydligt av Översiktsplanen [6] och beskrivs som en helt ny stadsdel som knyter samman centrum, Prästslätten och områdena i norr. Godshanteringen som idag ligger i anslutning till stationen ska enligt visionen flyttas till Stilleryd och ge plats för kvarter med bostäder, arbetsplatser och service. Över spåren ska en g/c-bro byggas som länkar samman områden som idag hålls isär av den barriär som Blekinge kustbana (järnvägen) utgör. I anslutning till stationen kommer ett nytt resecentrum att byggas.

Angränsande områden utgörs av Stadskärnan i söder (som utgör kommunens centrum) och Prästslätten i norr (som är en del av det som i Översiktsplanen benämns Kransbebyggelsen och som utgörs av lite glesare och funktionsblandad bebyggelse).

### 2.2 Planerad bebyggelse och etappindelning

Inom stationsområdet planeras i huvudsak för (500–600) nya bostäder i 2-6 våningar. Denna bebyggelse planeras i huvudsak på mark som idag utgörs av stationsbyggnader, parkering, bangård och parkmark. Befintlig bangård avses avvecklas och det nya området blir en blandad kvarterstad som förlänger de befintliga strukturerna från Karlshamns centrala delar.

Utbygganden av området planeras ske i etapper i takt med behov och önskemål. Ett hinder för utbyggnaden utgörs av Karlshamns bangård som planeras flytta till Stilleryd men som idag ligger inom området och på mark som planeras för bostadsändamål.

En preliminär etappindelning har tagits fram som underlag för aktuell rapport och i samråd med Karlshamns kommun. De två första etapperna är anpassade för att bangården ligger kvar i befintligt läge medan den tredje är ett fullt utbyggt område vilket förutsätter att bangården har flyttat. Etapperna redovisas i Figurerna 2–2 till 2–4 nedan. Som bakgrund redovisas även i Figur 2–1 nuläget på platsen dvs utan tillkommande bebyggelse.

I etapp 1 tillkommer ca 130 boende i området 50–150 m från bangården (närmaste spår). I etapp 2 tillkommer ca 360 boende (inklusive etapp 1) i området 25–150 m från bangården (närmaste spår).

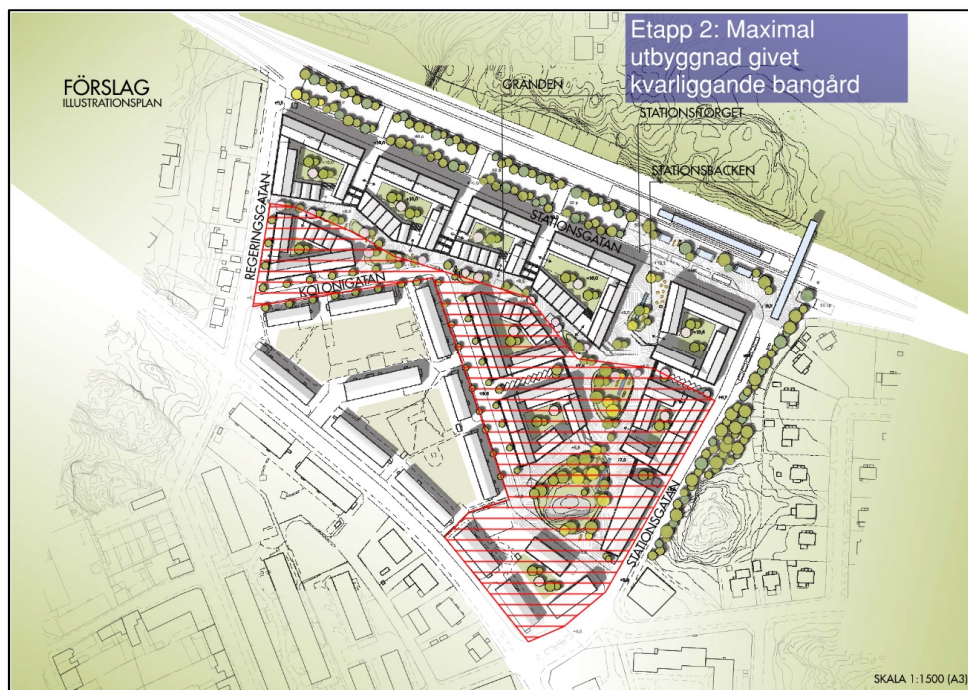


Figur 2-1. Nuläget, satellitbild över Stationsområdet. Programområdet är markerat med vit streckad linje.



Figur 2-2. Programområdet, etapp 1 skräfferad i rött. Anpassad från visionsbild från Fojab.





Figur 2-3. Programområdet, etapp 2 skräfferad i rött. Anpassad från visionsbild från Fojab.



Figur 2-4. Programområdet utan skräfferingar, fullt utbyggt. Visionsbild från Fojab.



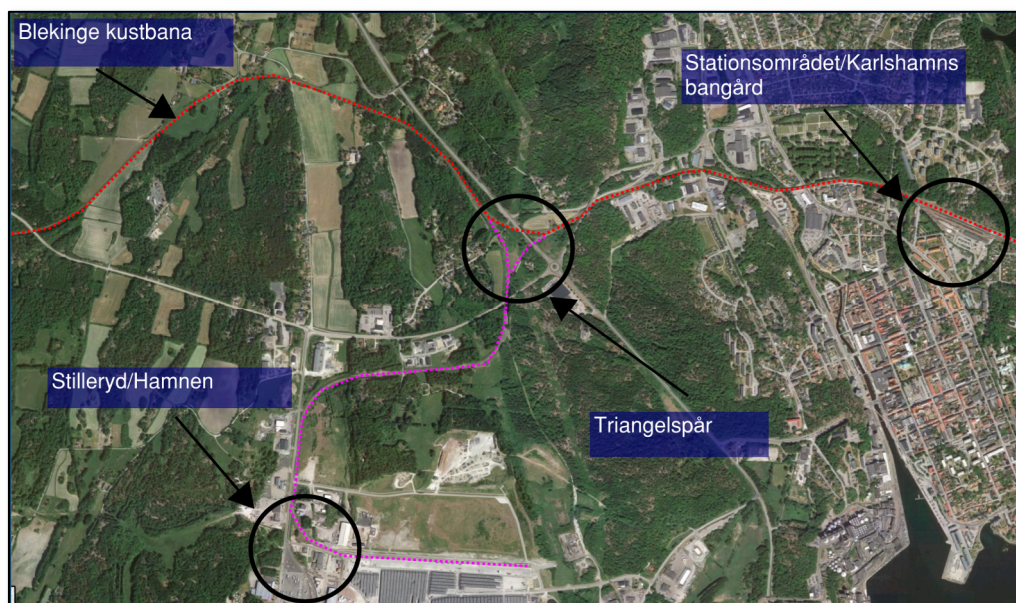
## 2.3 Verksamheten vid Karlshamns bangård

Aktuell rapport utgör en fördjupad riskbedömning med avseende på Karlshamns bangård. Som underlag har en dialog förts med Trafikverket och Green Cargo (som bedriver verksamheten på bangården). Ett platsbesök har även genomförts tillsammans med Green Cargo dat. 2019-03-28.

Bangården vid Karlshamns station ägs av Trafikverket med Green Cargo som ensam operatör. Bangården är högt belastad och nyttjas sedan en längre tid tillbaka mycket nära sin maximala kapacitet. Varje år rangeras ca 16 000 vagnar på bangården. Kundkretsen är stabil och utgörs i huvudsak av:

- Mörrums bruk (Södra cell massbruk)
- AAK (Tillverkning av vegetabiliska oljor)
- Lyckeby lättklinkers
- E.ON. (Lagring och distribution av gasol/LPG)
- Ett mindre antal mottagare i Sölvesborg

Ur ett större (gods-) transportperspektiv utgör Karlshamns bangård den östligaste noden i kedjan. Gods anländer till bangården från väster och avgår mot väster, en försumbar mängd lastas/lossas på bangården och inget gods ankommer/avgår i östlig riktning. Med avseende på Karlshamns hamn/Stilleryd ingår bangården i ett (enkelspårigt och enkelriktat) triangelspår som kopplar samman Karlshamns hamn/Stilleryds hamnen med Blekinge kustbana, se Figur 2-5. Detta innebär att transporter som ska till Karlshamns hamn/Stilleryd hamnen går via bangården (där de vänder) men att samtliga transporter som lämnar hamnen går via den västliga länken (dvs passerar inte Stationsområdet), se Figur 2-5.



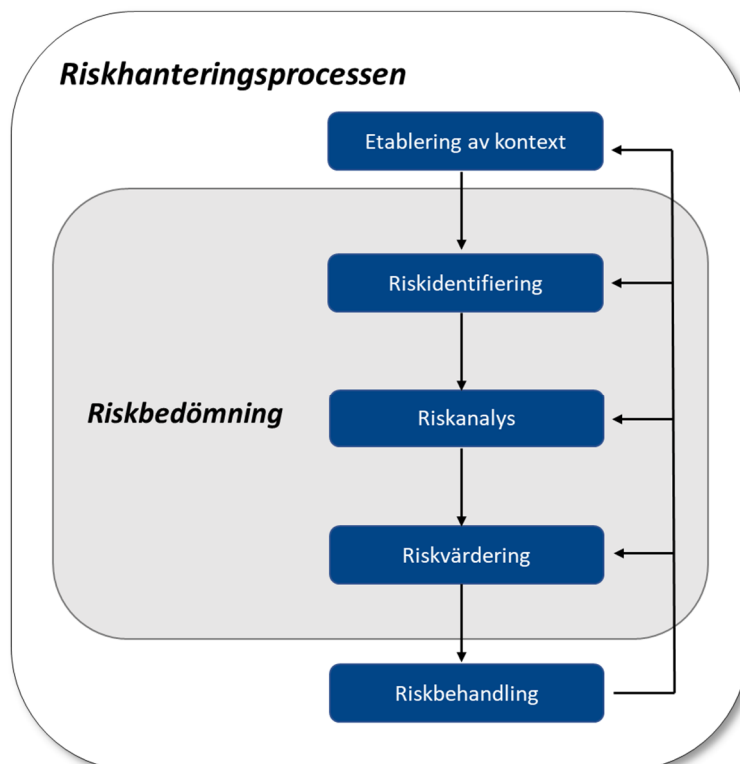
Figur 2-5. Redovisar en övergripande bild över järnvägsnätet i Karlshamnsområdet.

## 3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

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

### 3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31 000 [7], se Figur 3-1.



Figur 3-1 Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

### 3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor inom programområdet och i dess omgivning. En övergripande/utförlig riskidentifiering har genomförts inom ramen för tidigare riskhantering för Stationsområdet [1]. Aktuell riskbedömning är en fördjupning med avseende på risker förknippade med bangården.

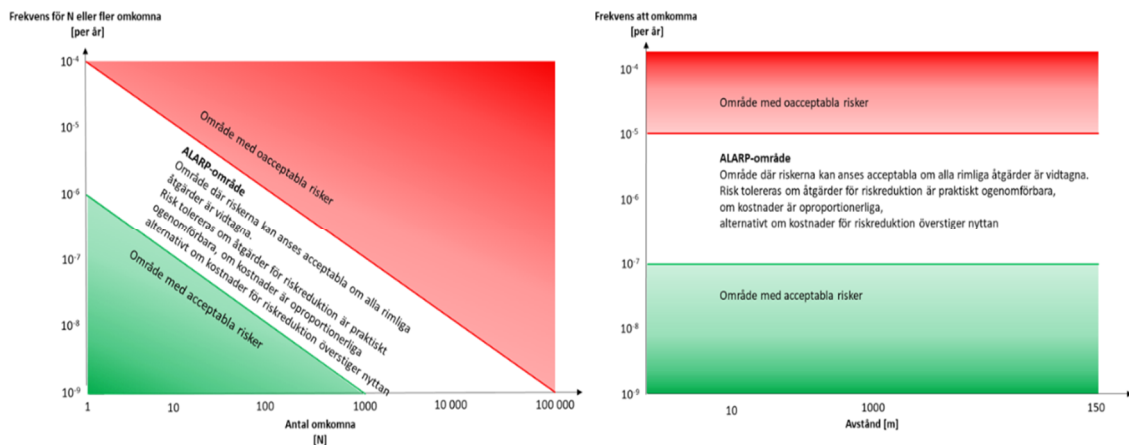
### 3.3 Metodik för riskanalys

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

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

### 3.4 Metodik för riskvärdering

Riskvärdering med avseende på framräknade individ- och samhällsrisknivåer sker genom jämförelse med acceptanskriterier och principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* utgiven av Räddningsverket [8]. De acceptanskriterier som föreslås av DNV använder förkortningen ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*), se Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2 Riskkriterier anpassade utifrån DNV [8].

En individ- eller samhällsrisk i området ovanför den övre gränsen för ALARP medför oacceptabla risknivåer. Risknivåer under den undre gränsen för ALARP betraktas som acceptabla. Risknivåer mellan de båda acceptanskriterierna anses vara acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Dessa risknivåer tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt ogenomförbara, om kostnader är oproportionerliga alternativt om kostnader för riskreduktion överstiger nyttan.

### 3.5 Metodik för framtagande av riskreducerande åtgärder

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [9]. Val av rekommenderade åtgärder sker i nära samverkan med Karlshamns kommun och hänsyn tas även ur ett genomförandeperspektiv.

## 4 RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas identifierade riskkällor, olycksscenarier och skyddsvärden.

### 4.1 Riskkällor

Aktuell riskbedömning är en fördjupning av tidigare riskhantering och är avgränsad till att endast hantera bangården som ligger inom området. Riskerna förknippade med bangården har i huvudsak identifierats tillsammans med företrädare för verksamheten Green Cargo via mailkorrespondens [10] och platsbesök dat 2019-03-28 [11] samt genom mailkorrespondens med E.ON [12].

#### 4.1.1 Karlshamns bangård – Rangering/transporter med farligt gods

Rangering vid Karlshamns bangård sker via så kallad planrangering/planväxling. Detta innebär att samtlig rangering sker genom att ett lok kopplas till vagnarna. Planrangering skiljer sig således från rangering vid större bangårdar med så kallad rangerpuckel och rangerväxling. Vid rangerväxling kan flera vagnar/vagnsätt vara i rörelse samtidigt och utan ett kopplat lok, vilket alltså inte sker i Karlshamn. Green Cargo (Karlshamn) förfogar över ett dieseldrivet lok som sköter samtlig rangering inom bangården inkl. transporterna till och från kund samt till/från Karlshamns hamn. Växling sker via manuella klotväxlar och maxhastigheten inom bangården är ca 10 km/h. Vid transport till kund och Karlshamns hamn hålls en hastighet på max 30 km/h. Spåren där rangering sker är inte elektrifierade.

Rangering sker generellt vid låga hastigheter och sannolikheten för kollisioner på samma spår med allvarliga konsekvenser är mycket låg. Ursparning bedöms även (vid aktuella låga hastigheter) utgöra en liten riskkälla. Däremot förekommer sidokollisioner vid rangering som kan få allvarliga konsekvenser [13]. Inom den del av Karlshamns bangård där den huvudsakliga rangeringen sker är dock spåren uppbyggda som en solfjäder<sup>7</sup>, se Figur 4-1. I och med att vagnar måste kopplas till ett lok och köras in på respektive spår (och då endast ett lok finns att tillgå, se ovan) bedöms risken för en sidokollision vid rangering, inom området, som i princip obefintlig.

---

<sup>7</sup> Spåren delar sig från huvudspåret via ett antal växlar (från 1 till fyra spår). Samtliga fyra spår avslutas med varsin stoppbock. Samtliga vagnar måste således åka tillbaka samma väg som se kom.



Figur 4-1. Karlshamns bangård med det huvudsakliga avsnittet där rangering sker markerat med vit linje.

En vagn som rangeras vid bangården passerar i snitt ca 3–5 växlar från att de anländer bangården till att de lämnar den, enligt en uppskattning gjord av Green Cargo [11].

#### **HANTERADE/TRANSPORTERADE MÄNGDER GODS**

Vid Stationsområdet hanteras normalt två stycken ankommande tåg på max 540 meter, måndag till fredag. De ankommer bangården på morgonen respektive vid middagstid. Utöver dessa tåg finns ett antal tåg som inte rangeras utan bara vänder vid stationsområdet med så kallad lokrundgång<sup>8</sup>. Dessa innehåller flis (2 st/vecka till Mörrums bruk), timmer (3 st/vecka till Mörrums bruk) och LPG (tomvagnar dock skyltade) – UN 1965 (2 st/vecka till E.ON hamnen) [14]. Tågens längd kan variera (dock inte överstiga 540 meter enligt ovan), tågen till E.ON är exempelvis normalt 12 vagnar långa.

#### **HANTERADE/TRANSPORTERADE MÄNGDER FARLIGT GODS**

Utifrån uppgift från Green Cargo [14] är ca 4–7 % av de rangerade vagnarna på bangården skyltade som farligt gods. Antalet vagnar varierar över året och är beroende av faktorer som väderlek, årstid och banarbeten. Utöver dessa tillkommer E.ON:s tåg (2 tåg/vecka) som visserligen passerar/vänder vid stationsområdet men som inte rangeras på bangården.

---

<sup>8</sup> Lokrundgång innebär att loket kopplas ifrån, körs runt till andra sidan av tågsättet där det kopplas på igen. Efter en lokrundgång är tåget redo att fortsätta sin färd i motsatt färdriktning.



De vagnar/ämnen som rangeras är enligt [14]:

UN 1824 – Natriumhydroxidlösning – Ämnesklass 8/Frätande ämne

UN 1495 – Natriumklorat – Ämnesklass 5.1/Oxiderande ämne (fast)

UN 1965 – Kolvätegasblandning – kondenserad (LPG) – Ämnesklass 2.1/Brännbar gas<sup>9</sup>

Vid platsbesök [11] och efter korrespondens med E.ON [12] har det framkommit att transportmönstret för vagnar med LPG (UN 1965), som samtliga har destination E.ON i Karlshamns hamn, innebär att vagnar som passerar/rangeras inom Stationsområdet är tomma vagnar på väg tillbaka för att fyllas vid E.ON:s anläggning. Vagnarna är dock fortfarande klassade som farligt gods-transporter eftersom de inte har tvättats efter att de tömts och således innehåller LPG i gasfas (även om mängden i respektive vagn är liten).

Enligt Green Cargo går det inte att utesluta att en full vagn någon gång kan bli stående/passera Stationsområdet, detta bedöms dock vara mycket sällsynt. En särskild rutin finns framtagen för dessa fall som innebär att verksamheten meddelar den kommunala räddningstjänsten och i samråd väljer var på området vagnen ska placeras [11].

## 4.2 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors liv och hälsa. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom programområdet.

---

<sup>9</sup> Enskilda vagnar till E.ON rangeras på bangården utöver de 2 heltåg/v som bara passerar/vänder.

## 5 RISKANALYS

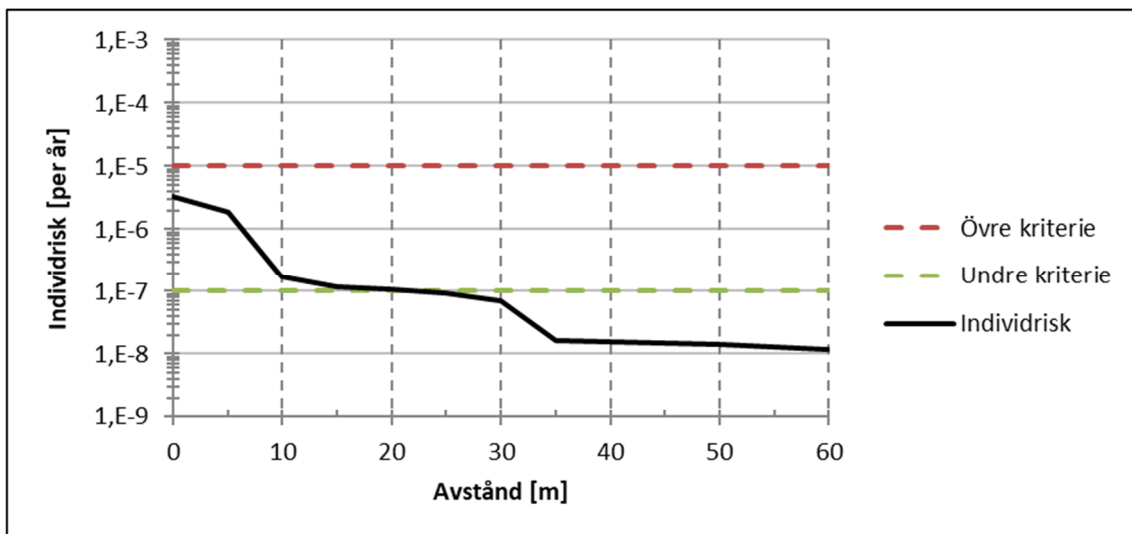
Risicanalysen med avseende på hantering/transport av farligt gods vid Karlshamns bangård och påverkan på människors hälsa och säkerhet har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarioer har vägts samman till riskmåttet individrisk och samhällsrisk i enlighet med avsnitt 3.3.

Frekvensberäkningar presenteras i bilaga A, konsekvensberäkningar i bilaga B och riskberäkningar i bilaga C.

### 5.1 Individrisk

Nedan visas den resulterande individriskprofilen för det aktuella området i förhållande till närmsta spårmitt (inom bangården). I diagrammet illustreras även ansatta acceptanskriterier gällande risknivåer (se avsnitt 3.4 för en mer genomgående förklaring).

Individrisken illustreras i Figur 5-1 nedan som funktion av avståndet från närmsta spårmitt (inom bangården).



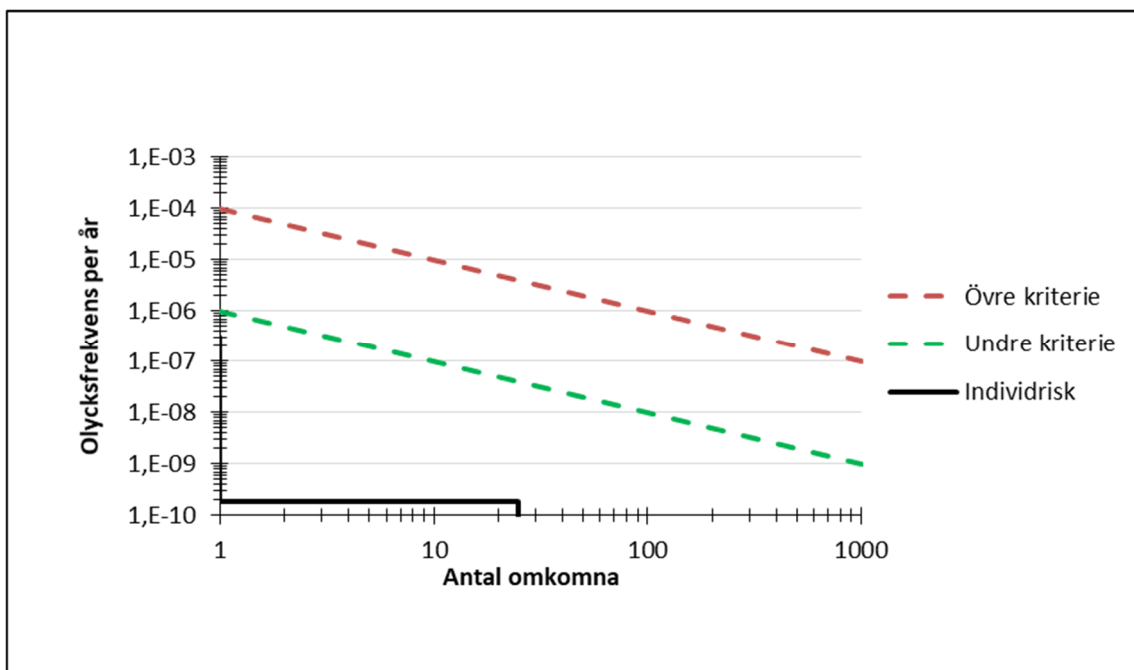
Figur 5-1. Individriskprofil för programområdet med avseende på bangården.

I ovanstående individriskprofil går det att utläsa att individrisknivån överskrider det undre kriteriet för ALARP-området vid ca 30 meters avstånd från närmsta spårmitt (inom bangården) men aldrig det övre kriteriet (oacceptabel risk). Vid närmare avstånd än 30 meter krävs således att riskreducerande åtgärder vidtas. Resulterande förhöjda risknivåer hänförs till transporter med farligt gods i ämnesklass 8 (frätande ämnen) inom 10 meter från spårmitt och till transporter i ämnesklass 5.1 (oxidiserande ämnen) på de längre avstånden. Eftersom transporter med ämnesklass 2.1 (brandfarlig gas) går tomma förbi området får riskbidraget från denna ämnesklass ett begränsat genomslag i resultatet.

## 5.2 Samhällsrisk

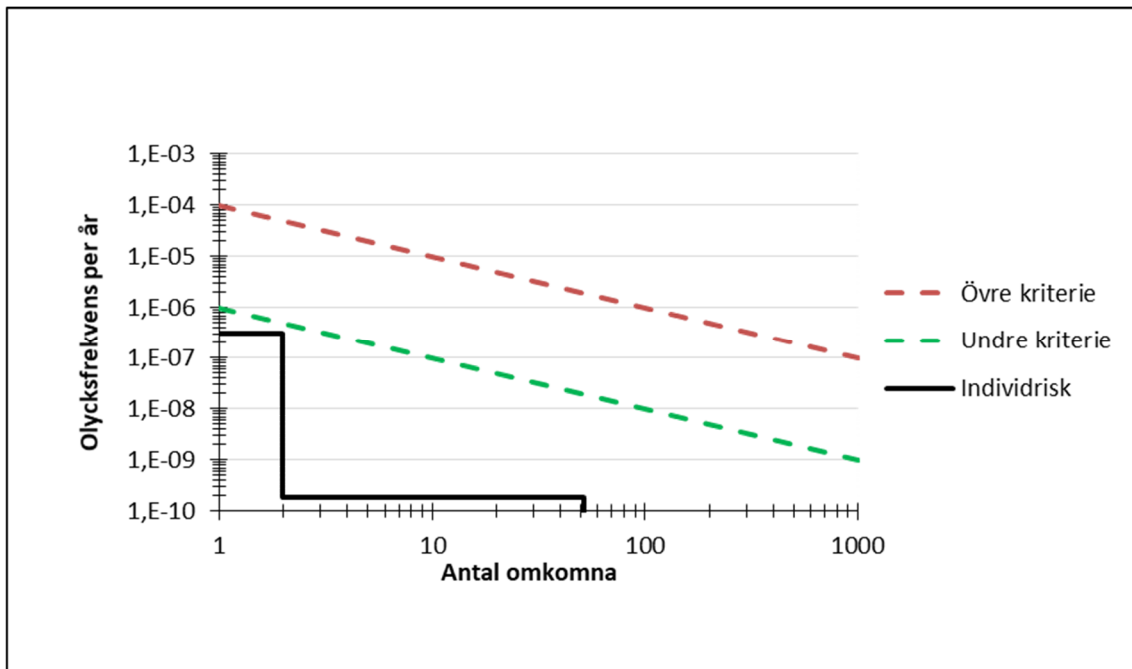
Nedan visas den resulterande samhällsrisk för det aktuella området. I diagrammen illustreras även ansatta acceptanskriterier gällande risknivåer (se avsnitt 3.4 för en mer genomgående förklaring). Beräkningar har utförts för Etapp 1: Utbyggnad av nedre delen mot Erik Dahlbergsvägen och Etapp 2: Maximal utbyggnad givet kvarliggande bangård. Se avsnitt 2.2 för beskrivning av etapper.

Samhällsrisk baseras på 25 meters bebyggelsefritt avstånd söder om bangården och 60 meters bebyggelsefritt avstånd norr om bangården (vilket i båda fallen är avståndet till befintlig bebyggelse). Persontätheter har hämtats för Karlshamns tätort från SCB [15] och beräknats för programområdet utifrån underlag från Karlshamns kommun [16], se bilaga C.



Figur 5-2 Samhällsriskprofil för programområdet med avseende på bangården. Etapp 1.

Samhällsrisknivåerna för Etapp 1 ligger under det undre acceptanskriteriet det vill säga inom acceptabelt område i sin helhet. Det innebär att åtgärder inte kommer att krävas för att minimera samhällsrisk med avseende på bangården i denna etapp.



Figur 5-3. Samhällsrisksprofil för programområdet med avseende på bangården. Etapp 2.

Samhällsrisknivåerna för Etapp 2 ligger under det undre acceptanskriteriet det vill säga inom acceptabelt område i sin helhet. Det innebär att åtgärder inte kommer att krävas för att minimera samhällsrisken med avseende på bangården i denna etapp.

### 5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

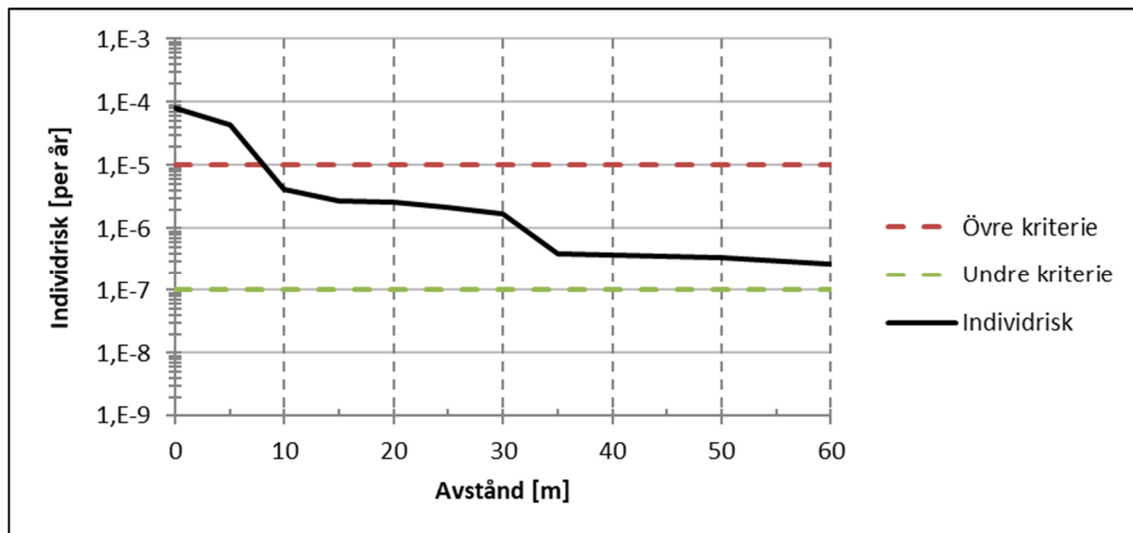
Riskbedömningar utgör beslutsunderlag kring risker/händelser som eventuellt kan inträffa i framtiden. De bygger på modeller och förutsättningar/prognoser som innehåller osäkerheter. För att hantera dessa osäkerheter väljs variabler på säkra sida dvs så att risknivån inte underskattas. I andra fall görs känslighetsanalyser för att avgöra resultatets robusthet med avseende på den skattade variabeln/valet. Känslighetsanalyser visar i dessa fall på i vilken grad resultatet är beroende av den aktuella osäkerheten vilket ger beslutsfattaren information som kan vara värdefull vid exempelvis beslut om att vidta eller inte vidta en försiktighetsåtgärd.

I aktuell riskanalys har följande variabler/val bedömts vara lämpliga att känslighetsanalysera:

- Beräkningsmodell för skattning av frekvens av olyckor vid rangering. Två tillvägagångssätt presenteras i den modell som använts [13] och i aktuell rapport har den första valts. För att analysera robustheten i detta val sker (som en känslighetsanalys) en beräkning med hjälp av den alternativa metoden.
- Vid bedömning av olycksrisker förknippad med transporter av farligt gods i ämnesklass 2.1 – brännbara gaser har beräkningar genomförts under förutsättningen att samtliga vagnar som passerar det aktuella området är på väg till E.ON gas i hamnen och således är tomma (dock inte tvättade och således fortfarande skyltade). Denna uppgift har inhämtats från verksamheten Green Cargo och E.ON gas [11] [12]. Det är dock inte omöjligt att tänka sig att fulla transporter kan återsändas från kund alternativt att banarbeten medför ett tillfälligt ändrat transportmönster. För att analysera robustheten i förutsättningen att transporter av ämnesklass 2.1 går tomma förbi området har en känslighetsanalys genomförts där 1 vagn per tåg dvs ca 10 % av LPG-vagnarna som passerar Stationsområdet istället är fulla med LPG/gasol.

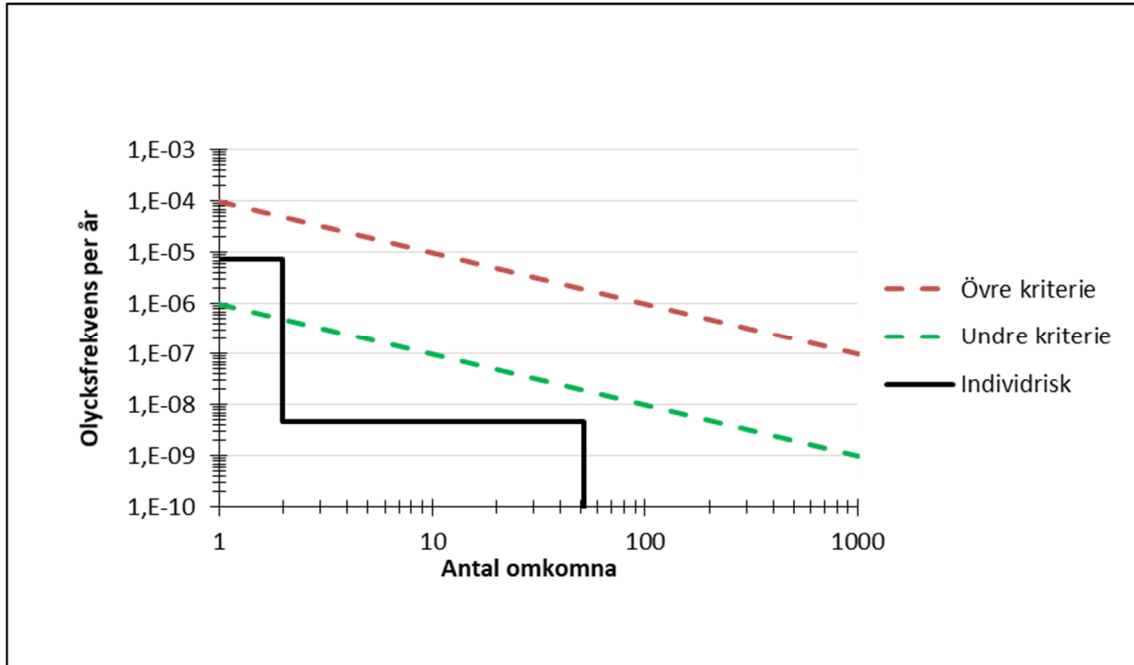
### 5.3.1 Resultat från känslighetsanalys I

Två tillvägagångssätt presenteras i den modell som använts för skattning av olycksfrekvenser vid rangering. Det ena alternativet utgår från antalet växlar som de rangerade vagnarna passerar per år (vagnaxelpassager) och den andra utgår från totala antalet rangerade vagnar. Den första (den som använts i grundberäkningen i aktuell rapport) tar i större utsträckning hänsyn till verksamhetens komplexitet men förutsätter också större detaljkunskap om verksamheten. Den andra är en mer generell metod som utgår från att den analyserade bangården är en genomsnittlig bangård. Av flera anledningar är Karlshamns bangård att betrakta som en relativt enkel bangård, se avsnitt 4.1. Att likna Karlshamns bangård med en genomsnittlig bangård (i enlighet med alternativ 2) innebär därför att olycksfrekvensen överskattas. För att analysera robustheten i val av metod har trots ovan resonemang en beräkning med hjälp av den alternativa metoden genomförts, resultatet redovisas nedan.



Figur 5-4. Individeriskprofil för programområdet med avseende på bangården. Känslighetsanalys I.



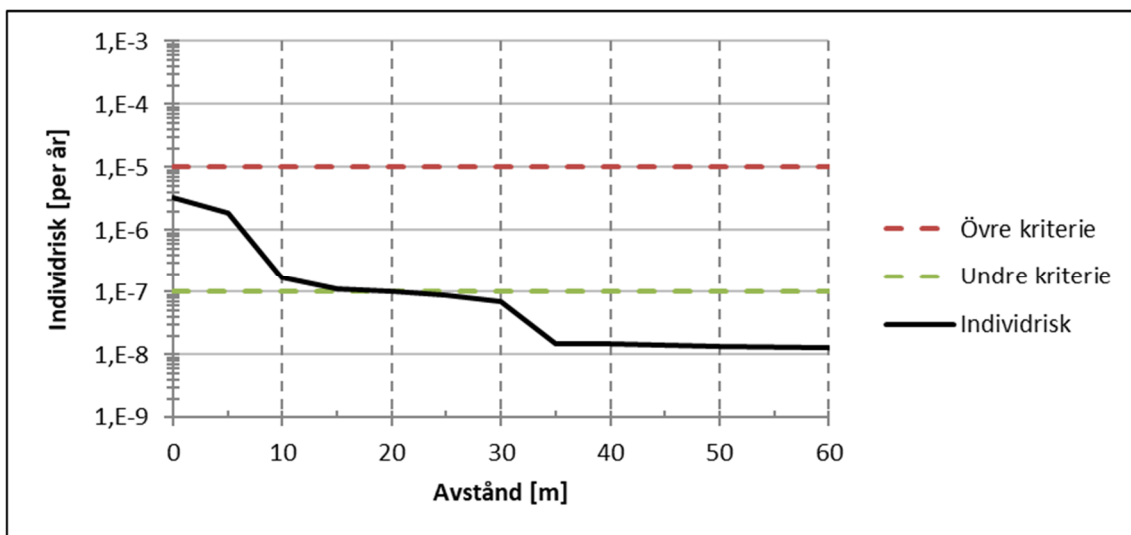


Figur 5-5. Samhällsrisksprofil för programområdet med avseende på bangården. Etapp 2 – Känslighetsanalys 1.

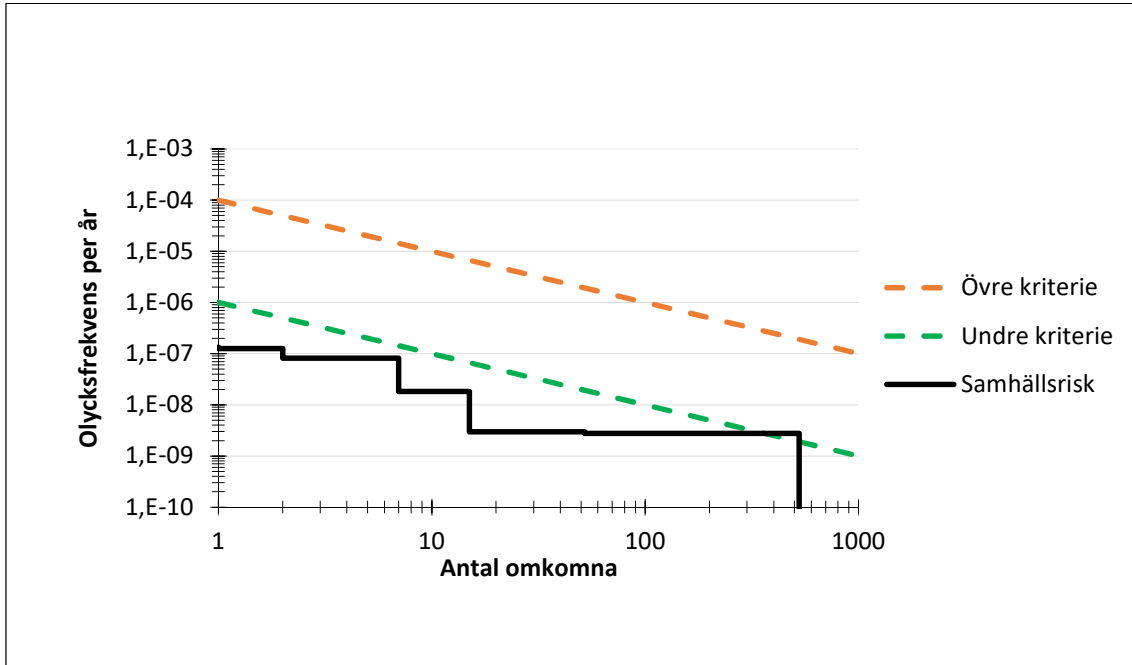
Både individrisken och samhällsrisken höjs markant i känslighetsanalys 1. Med avseende på individrisken är resultatet oacceptabelt hög fram till ca 10 meter från närmsta spårmit (inom bangården). Risknivån ligger sedan inom ALARP-området upp till ca 70 meter från närmsta spårmit (inom bangården). Med avseende på samhällsrisken är skillnaderna även betydande. Samhällsrisken är att betrakta som acceptabel i grundberäkningen men hamnar i känslighetsanalys 1 istället delvis i ALARP-området. Resultatet bedöms således påverkas i stor omfattning av valet av beräkningsmetod. Denna påverkan på resultatet, kopplad till valet av metod, behöver vägas in vid val av rekommenderade riskreducerande åtgärder för området.

### 5.3.2 Resultat från känslighetsanalys 2

Vid bedömning av olycksrisken förknippad med transporter av farligt gods i ämnesklass 2.1 – brännbara gaser har beräkningar genomförts under förutsättningen att samtliga vagnar som passerar det aktuella området är på väg till E.ON gas-anläggning i hamnen och således är tomma (dock inte tvättade och således fortfarande skyltade). Denna uppgift har inhämtats från verksamheten Green Cargo och E.ON gas [11] [12]. Det är dock inte omöjligt att tänka sig att fulla transporter kan återsändas från kund alternativt att banarbeten medför ett tillfälligt ändrat transportmönster. För att analysera hur fulla transporter av ämnesklass 2.1 påverkar analysens resultat har en känslighetsanalys genomförts där 1 vagn per tåg dvs ca 10 % av vagnarna som passerar Stationsområdet istället är fulla med LPG/gasol. Resultatet presenteras nedan.



Figur 5-6. Individeriskprofil för programområdet med avseende på bangården. Känslighetsanalys 2.



Figur 5-7. Samhällsrisikprofil för programområdet med avseende på bangården. Etapp 2 – Känslighetsanalys 2.

Framförallt samhällsrisiken höjs i känslighetsanalys 2. Med avseende på individrisiken är resultatet mycket likt grundberäkningen och fortsatt inom ALARP-området upp till ca 30 meter från närmsta spårmit (inom bangården). Med avseende på samhällsrisiken är skillnaderna mer betydande. Samhällsrisiken är att betrakta som acceptabel i grundberäkningen men hamnar i känslighetsanalys 2 istället på gränsen till ALARP-området.

## 6 RISKVÄRDERING OCH RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

De riskkriterier som används för jämförelse är hämtade från Räddningsverkets *Värdering av risk* [10]. Resultaten från analysen visar att individrisken med avseende på hantering/transporter av farligt gods är inom ALARP-området vilket innebär att risknivåerna kan anses acceptabla givet att alla rimliga åtgärder vidtas. Samhällsrisken inom området är för både etapp 1 och 2 att betrakta som acceptabel. De förhöjda risknivåerna utgörs i huvudsak av olycksscenarier med ämnesklass 2.1 (brännbara gaser) och 5.1 (oxiderande ämnen). Olyckor med dessa ämnesklasser medför påverkan i form av tryckverkan och värmestrålning, vilket därmed är den typ av konsekvens riskreducerande åtgärder inriktas mot. I känslighetsanalysen har vald beräkningsmodell och ett förändrat transportmönster analyserats. Särskild hänsyn har tagits till resultaten från känslighetsanalysen när åtgärder enligt nedan arbetats fram. Sådan hänsyn är bland annat orsaken till att åtgärden med avseende på fasader och stommar, enligt nedan, ställs redan vid 50 m från spårmit.

Följande åtgärder föreslås:

- Bebyggelsefritt avstånd om minst 25 m mellan närmsta spårmit och tillkommande bebyggelse.
- Marken utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus inom 30 m från närmsta spårmit\*. (gäller inte platser som ligger i skydd av framförvarande bebyggelse)
- Fönster och glaspartier som vetter mot bangården (inom 30 m från närmsta spårmit) utformas i explosionsresistent klass ER1 enligt EN 13541.
- Fasader och bärande stommar inom 50 m från närmsta spårmit dimensioneras för att motstå karaktäristiska tryck och impulstätheter från motsvarande 100 kg dynamit.\*\*
- Utrymning möjliggörs bort från bangården (inom 50 m från närmsta spårmit).

\*Åtgärden innebär exempelvis att balkonger och uteplatser inte får placeras i nära anslutning till bangården (<30 m) så till vida de inte skyddas av framförvarande bebyggelse. T.ex. kan balkonger normalt placeras i fasad i riktning bort från bangården.

\*\*Kravet på stommar och fasader syftar till att byggnaden ska kunna motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.

Observera att krav på åtgärder gäller inom 50 m från närmaste spårmit (inom bangården). Inga krav ställs på bebyggelse eller annan markanvändning utanför detta område.

Utifrån tidigare riskhantering [1] för Blekinge kustbana har följande åtgärder föreslagits för området: (dessa behöver även beaktas i det fortsatta planarbetet)

- Ett bebyggelsefritt avstånd om minst 30 meter ansätts från järnvägen räknat (det södra spåret). Inom detta skyddsavstånd ska mark utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Ytparkering och körstråk medges inom skyddsavståndet. Notera dock att Trafikverket kräver ett fritt avstånd om 15 meter mellan järnväg och ytparkering.
- Fasader och tak inom 40 meter från järnvägen (det södra spåret) utförs i lägst brandteknisk klass EI 30 och med fönster i lägst brandklass EW 30. Detta åtgärdsbehov utgår om bebyggelsefritt avstånd ökas till minst 40 meter.
- Utrymningsmöjligheter för de byggnader som placeras närmast järnvägen tillses i riktning bort från järnvägen.
- Ventilationsåtgärder för samtliga byggnader inom programområdet förses med nödavstängningsmöjlighet.

## 7 SLUTSATSER

Resultaten visar att risknivåerna med avseende på hantering/transporter av farligt gods inom Karlshamns bangård är förhöjda inom planområdet. Ett antal riskreducerande åtgärder har därför föreslagits, se kap 6. Om föreslagna åtgärder inarbetas i planförslaget bedöms tillräcklig hänsyn ha tagits till risknivån satt i relation till tillämpade riskvärderingskriterier. I berörda delar ersätter föreslagna åtgärder de resonemang och slutsatser som redovisas i tidigare underlag.

Befintlig bebyggelse (utanför programområdet) berörs inte av nedan rekommenderade åtgärdsförslag.

Aktuell rapport bedömer risknivåerna för programområdet utifrån två etapper/utbyggnadsalternativ. Den låga beräknade risknivån (sambällsrisk) indikerar dock att även en mer omfattande utbyggnad skulle kunna vara möjlig.

Följande åtgärder föreslås (med avseende på bangården):

- Bebyggelsefritt avstånd om minst 25 m mellan närmsta spårmittpunkt och tillkommande bebyggelse.
- Marken utformas så att den inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus inom 30 m från närmsta spårmittpunkt\*. (gäller inte platser som ligger i skydd av framförvarande bebyggelse)
- Fönster och glaspartier som vetter mot bangården (inom 30 m från närmsta spårmittpunkt) utformas i explosionsresistent klass ER1 enligt EN 13541.
- Fasader och bärande stommar inom 50 m från närmsta spårmittpunkt dimensioneras för att motstå karaktäristiska tryck och impulstätheter från motsvarande 100 kg dynamit.\*\*
- Utrymning möjliggörs bort från bangården (inom 50 m från närmsta spårmittpunkt).

\*Åtgärden innebär exempelvis att balkonger och uteplatser inte får placeras i nära anslutning till bangården (<30 m) så till vida de inte skyddas av framförvarande bebyggelse. T.ex. kan balkonger placeras i fasad i riktning bort från bangården.

\*\*Kravet på stommar och fasader syftar till att byggnaden ska kunna motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.



## 8 REFERENSER

- [1] WSP, ”Detaljerad riskbedömning - Stationsområdet Karlshamn,” 2018.
- [2] ”Plan- och Bygglagen,” 2010:900, SFS.
- [3] ”Miljöbalk,” SFS 1998:808.
- [4] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods,” 2006.
- [5] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [6] Karlshamns kommun, ”Karlshamn 2030, Översiktsplan för Karlshamns kommun,” 2015.
- [7] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering - Principer och riktlinjer, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2010.
- [8] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport*, Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket)., 1997.
- [9] ”Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner,” Boverket och MSB, 2006.
- [10] L. F. Trelde, *Produktionshandläggare Green Cargo AB*, 2019-01-24.
- [11] A. Hansson, *Gruppchef Green Cargo Karlshamn*, 2019-03-28.
- [12] M. Svensson, *VD E.ON. Gasol AB*, 2019-04-12.
- [13] Banverket (nuvarande Trafikverket), ”Modell för saktning av sannolikheter för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen - Rapport 2001:5,” 2001.
- [14] Green Cargo, ”Korrespondens 2019-01-21”.
- [15] Statistiska centralbyrån, [www.scb.se](http://www.scb.se), ”Elektronisk källa,” 2019-04-23.
- [16] Fojab, ”Karlshamns stationsområde - förslag till utformning,” 20160404.
- [17] Statens väg- och transportforskningsinstitut, ”Farligt gods - riskbedömning vid transport,” Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [18] G. Purdy, ”Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail,” *Journal of Hazardous material*, vol. 33, pp. 229-259, 1993.

- [19] L. Helmersson, ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg,” VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.
- [20] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011*, 2011.
- [21] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.
- [22] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), *RIB sök - propan, hämtad: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1> [2017-05-29]*.
- [23] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, ”Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5,” 1997.
- [24] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2000.
- [25] Rådet för främjande av kommunala analyser, ”[www.kolada.se](http://www.kolada.se),” 2019-04-22.
- [26] MSB, ”Transporter av farligt gods - väg och järnväg,” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.

## BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR

Olycksfrekvenser beräknas enligt en metod framtagen av dåvarande Banverket (nuvarande Trafikverket) och som beskrivs i rapporten *Modell för skattningar av sannolikheter för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [13]. Rapporten är nära 20 år gammal och statistiken som den bygger på är sannolikt inte fullt ut rättvisande för dagens förhållanden. Utifrån antagandet att teknik och säkerhetsarbete utvecklats under de senaste två decennierna förefaller det dock vara tryggt att använda resultatet som en skattning på säkra sidan, dvs att beräknade olycksfrekvenser inte riskerar att underskatta den verkliga.

I rapporten beskrivs riskerna vid rangering/växling med texten:

”Vid växling är flera av de riskkällor som finns vid tågrörelser knappast aktuella. Urspåring är en liten riskkälla eftersom hastigheten är så låg och kollisioner på samma spår förekommer sällan. Däremot förekommer sidokollisioner vilka ofta leder till urspåring, som kan få allvarliga konsekvenser. Det är svårt att kvantifiera denna risk bland annat eftersom verksamheterna som sker på bangårdarna skiljer sig kraftigt åt både med avseende på omfattning och art.”

Rapporten [13] beskriver två sätt att beräkna olycksfrekvenser vid rangering/växling. Den första (huvudalternativet) utgår från antalet vagnsaxelpassager över växlar som sedan multipliceras med faktorn  $1 \cdot 10^{-7}$ . Den andra (alternativa) utgår istället från en skattning av olycksfrekvens utifrån totala antalet rangerade vagnar som sedan multipliceras med faktorn  $3 \cdot 10^{-5}$ . I aktuell rapport har det första alternativet valts men en kompletterande beräkning enligt alternativ två har även utförts som jämförelse och som känslighetsanalys.

Indata avseende trafikflöden, antal växlar som en genomsnittsvagn passerar samt hastighet är inhämtade från operatören Green Cargo [11]. Statistik för fördelning av respektive ämnesklasser av farligt gods är även de inhämtade från Green Cargo och skiljer sig i tabellen utifrån huruvida samtliga skyltade vagnar ingår eller endast de som är lastade (utan E.ON:s vagnar som går tomma förbi Stationsområdet) [10].

Följande indata ligger till grund för beräkningarna:

Tabell 8-1 Specifik indata som använts i beräkningarna.

Variabel	Använt värde
Antal rangerade vagnar per år	16 000
Genomsnittligt antal växlar som en vagn passerar	3–5 stycken
Antalet vagnaxlar per genomsnittsvagn	2,5*
Hastighet [km/h] inom bangården	ca 10 km/h

<i>Variabel</i>	<i>Använt värde</i>
Andel farligt gods-vagnar	12–15% (andel skyltade vagnar) 4–6% (andel lastade vagnar)

\* Ansätts utifrån att den stora merparten av alla godsvagnar har två vagnaxlar. Tankvagnar och vagnar för tyngre transporter som t.ex. transporterar av farligt gods i bulk är dock ofta av så kallad boggi-typ med fyra vagnaxlar. Aktuell skattning innebär att 25% av vagnarna har fyra vagnaxlar.

Det förväntade antalet farligt godsolyckor per år utgör grundfrekvensen för att det sker en olycka med farligt gods vid bangården i Karlshamn. I aktuellt fall är frekvensen för en olycka med farligt gods  $3 \cdot 10^{-3}$  per år beräknat enligt huvudalternativet och att 15% av allt gods utgörs av farligt gods enligt ovan och  $7,2 \cdot 10^{-2}$  beräknat enligt den alternativa metoden men med samma andel farligt gods.

Frekvensen för olyckor med farligt gods där det sker ett utsläpp beräknas som produkten av frekvensen för en olycka som involverar farligt gods och indexet för farligt gods-olycka. Vid olyckor där hastigheterna är låga är sannolikheten lägre för att en inträffad olycka leder till ett utsläpp. Enligt [13] kan ett sådant index ansättas till 0,01 för punktering av tunnväggig tank och <0,01 för punktering av tjockväggig tank vid växling/rangering. Indexet för förekomsten av stort hål vid växling/rangering kan enligt modellen ansättas till 0 vilket innebär att förekomsten av denna olyckstyp är försumbart liten.

## Händelseträdsmetodik

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik. Händelseträden ser olika ut för respektive RID-klass och utgår från de antaganden och förutsättningar som redovisas nedan.

### RID-S klass 2.1 – Brännbara gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet. Så är fallet för exempelvis Gasol/LPG.

Sannolikheten för ett utsläpp vid olycka med en tjockväggig tank ansätts normalt till 1/30 av sannolikheten för utsläpp vid olycka med tunnväggig tank. I aktuellt fall, vilket framgår i tidigare avsnitt, är dock indexet för utsläpp mycket lågt redan för tunnväggiga tankar (0,01). För tjockväggiga tankar anges indexet till <0,01. <0,01 är ett värde som i aktuella sammanhang vanligen ansätts för värden som är 0 eller går mot 0. Orsaken till att 0 inte ansätts i dessa sammanhang brukar bero på att statistiken som värdena bygger på inte är fullständig eller tillräckligt omfattande för att helt utesluta händelseförloppet. Ett värde som <0,01 kan således t.ex. innebära att inga inträffade händelser finns registrerade. Notera dock att indexet <0,01 angetts för punktering och att det för stora hål istället är värdet 0 som angivits, vilket bedöms vara tillräckligt belägg för att bortse från större utsläpp i beräkningarna.

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage till följd av olycka ansätts enligt Tabell 8-2 nedan [17] [5]. I tabellen framgår även de ansatta sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar vid utsläpp av brandfarlig gas [5]. I aktuella beräkningar och utifrån ovan bedöms dock sannolikheten för stora utsläpp vara försumbar, vilket även framgår i tabellens kolumn längst till höger.

Tabell 8-2 Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med RID-S-klass 2.

Utsläppsstorlek	Hålstorlek (diameter) brandfarlig gas	Sannolikhet [5]	Använd sannolikhet
Litet	1 cm	62,5 %	75 %
Medelstort	3 cm	20,8 %	25 %
Stort	11 cm	16,7 %	-

Konsekvenserna för människor bedöms först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed inte är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en intilliggande vagn.<sup>10</sup>

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 0 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på järnväg. Motsvarande värden är 20 respektive 50 % för utsläpp av mer än 1500 kg [18]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar. Vid transport av tomma (inte tvättade) behållare används dock fördelningen för 1500 kg enligt ovan.

Tabell A-3. Sannolikhet för olika olycksscenarioer vid olycka med RID-klass 2.1.

Utsläppsstorlek	Olycksscenario	Sannolikhet	Sannolikhet (<1500 kg)
Litet	Jetflamma	10%	10%
	Gasmolnsexplosion	10%	0%
	Ingen antändning	80%	90%
Medelstort	Jetflamma	10%	10%
	Gasmolnsexplosion	10%	0%
	Ingen antändning	80%	90%

<sup>10</sup> \*BLEVE förutsätter att ämnet finns i vagnen i vätskefas t.ex. tyckkondenserad LPG.

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

### RID-S klass 5.1 – Oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen i klass 5.1 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand. I Sverige utgörs ungefär 90% av transporterat farligt gods i klass 5 av ämnen som kan självantända vid kontakt med organiskt material. Natriumklorat, som hanteras vid Karlshamns bangård, är ett ämne med sådana egenskaper.

Natriumklorat används kommersiellt för att tillverka klordioxid samt för blekning av pappersmassa. Det är ett oorganiskt, vitt/gult kristallint fast ämne som liknar vanligt bordssalt. Natriumklorat är inte ett brännbart ämne, men är ett starkt oxidationsmedel och accelererar förbränning av organiska material såsom trä, papper, olja eller kläder. Det reagerar starkt både som fast ämne eller vätska med organiskt material och i synnerhet om det organiska materialet är finfördelat.

I händelse av en olycka med Natriumklorat krävs vissa förutsättningar för att konsekvensen ska drabba omgivning (annat än i olyckans direkta närhet). Då oxidationsmedel inte reagerar av sig själva krävs Natriumkloratet kommer i kontakt med organiskt material såsom träsliprar i tåg rälsen (vilket finns på bangården) eller smörjmedel/fett på rälsen/tågvagnarna. Scenarier som leder till antändning inkluderar exotermisk reaktion mellan Natriumklorat och organiskt material eller av gnistor som uppkommer på grund av friktionskraft vid kollision eller urspårningsförlopp. Natriumklorat kan även sönderdelas i ett våldsamt förlopp vid över 265 °C och orsaka en explosion. För att detta ska ske krävs en starkt ihållande brand i direkt anslutning till vagnen som innehåller Natriumklorat.

En förutsättning för att Natriumklorat kommer i kontakt med organiska material är att vagnen antingen välter eller kolliderar på ett så kraftfullt sätt att ett hål bildas. Hastigheten inom bangården är begränsad till 10 km/h, vilket innebär att denna typ av scenarier är mycket osannolika. Om ett hål bildas innebär inte detta nödvändigtvis att vagnens innehåll kommer i kontakt med organiskt material. En mindre kollision kan även leda till att enbart en liten spricka bildas i en vagn med Natriumklorat. En begränsad mängd Natriumklorat kan i så fall lämna vagnen och komma i kontakt med marken samt en mindre mängd organiskt material t.ex. träslipers. Den brand som uppstår i detta fall bedöms ha tillgång till så lite brännbart material att den brinner ut utan betydande konsekvenser för omgivningen.

Explosion kan även inträffa om en brand uppstår i anslutning till en uppställd tankvagn och som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig värmepåverkan för att ämnet ska explodera. Sannolikheten för att brand uppstår vid Karlshamns bangård som sprids mellan vagnar, hindrar

frånkoppling/räddningsinsats och sedan leder till explosion av en tankvagn med klass 5.1 bedöms dock som mycket låg och i sammanhanget försumbart liten.

Nedan beskrivs potentiella scenarier som är osannolika, men som kan leda till mer omfattande konsekvenser.

**Scenario 1:** En kollision leder till mindre hålbildning (i två kolliderande vagnar) och att Natriumklorat från ena vagnen blandas med organiskt ämne från den andra vagnen (innehållande t.ex. träflis eller annat organiskt material). Blandningen reagerar och antänds. Mängden Natriumklorat som deltar i explosionen i detta scenario bedöms vara begränsad och inte leda till påverkan på resterande mängd Natriumklorat (inne i tankvagnen). En potentiell explosion bedöms involvera max 100 kg Natriumklorat som likställs med ett massexplodivt ämne (dynamit).

**Scenario 2:** En kollision leder till att större hål bildas i en vagn med Natriumklorat och samtidigt i en annan vagn innehållande organiskt ämne. En större mängd Natriumklorat lämnar vagnen och blandas med en större mängd organiskt ämne. Blandningen reagerar och antänds. Natriumklorat inne i tankvagnen bedöms inte hettas upp i tillräcklig grad för att det leda till sönderdelning och explosion av de återstående mängderna (inne i tankvagnen). En potentiell explosion bedöms involvera max 1000 kg Natriumklorat som likställs vid ett massexplodivt ämne (dynamit).

**Scenario 3:** En kollision leder till ett större hål i en vagn med Natriumklorat och i en vagn med organiskt ämne, se scenario 2. Ämnena reagerar och en intensiv brand under vagnen innehållande Natriumklorat uppstår. Detta leder till att Natriumkloratet sönderdelas inne i vagnen vilket leder till en explosion innefattande hela dess innehåll. En potentiell explosion bedöms involvera 25 000 kg Natriumklorat som likställs vid ett massexplodivt ämne (dynamit). Scenario 3 betraktas som ett mycket osannolikt scenario.

Tabell A-4. Fördelning av mängd ämne som vid olycka med RID klass 5 deltar i explosionen.

Storlek	Mängd	Sannolikhet
Scenario 1	100 kg	60%
Scenario 2	1 000 kg	39%
Scenario 3	25 000 kg	1%

### RID-S klass 8 – Frätande ämnen

Vid olyckor med ämnesklass 8 förutsätts olyckor endast kunna leda till dödliga konsekvenser i olyckans direkta närhet.

Sannolikheten för att godset ska kunna påverka människor antas bero av läckage eller utsläpp från lasten, vilket skattas med index för farligt godsolycka. Sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar förutsätts uppgå till 75 % för litet utsläpp och 25 % för mellanstort utsläpp. Se

avsnitt RID-S klass 2.1 – Brännbara gaser för fördjupat resonemang kring sannolikheten för utsläpp..



## BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

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

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar vid bangårdens yttre gräns i anslutning till bebyggelsen.

### ADR-S klass 2.1

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [21].

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7 °C [22]

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

Följande skadekriterier [23] [24] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

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

Tabell 8-5 Indata till konsekvensberäkningar för brännbar gas.

	Parameter	Värde
Omgivning	Vindriktning	Mot området
	Vädertyp	Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s
		Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s
Ytråhet	Stad eller skog	
Källa	Ämne	Propan (tryckkondenserad)
	Tankdiameter	2 meter
	Tanklängd	18 meter
	Lagringstemperatur	7 °C

### ADR-S klass 5.1 – Oxiderande ämnen

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara ett sprängämne.

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [23].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [23]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20–40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [20].

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

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [25].

### ADR-S klass 8 – frätande ämnen

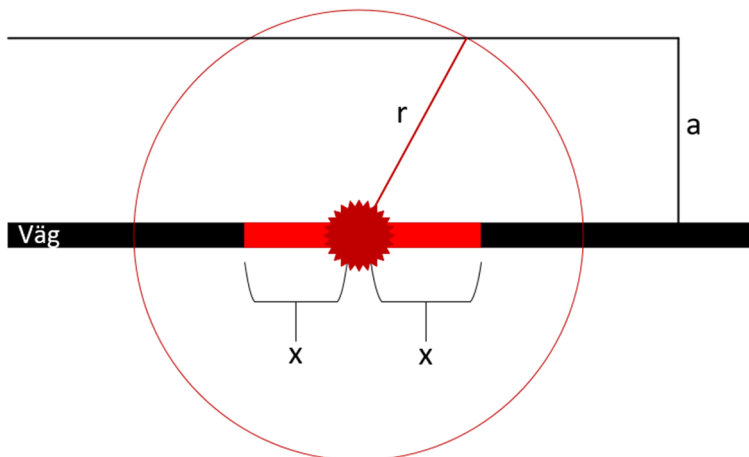
Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10–15 meter.

## BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk resp. samhällsrisk genomförts.

### Individrisk

Frekvens av en farligt gods-olycka beräknas längs en sträcka som i de flesta fall är längre än olyckornas respektive konsekvensavstånd (Karlshamns bangård är exempelvis 500 m lång). Det innebär att en olycka som sker längs sträckan endast kan påverka en individ på en liten del av sträckan. Frekvensen för en sådan olycka måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur 8-1 och Ekvation 1.



Figur 8-1 Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från riskkällan.

$$IR_{x,y,i} = f_i * \frac{2 * \sqrt{r^2 - a^2}}{L} \quad \text{Ekvation 1}$$

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

## Samhällsrisk

I detta avsnitt beskrivs hur samhällsrisknivån beräknats. Vid beräkningar av samhällsrisknivåer studeras normalt en sträcka på 1 kilometer [8], där det aktuella programområdet placeras i mittpunkten och det studerade området sträcker sig ca 500 meter åt vardera håll om riskkällan, i aktuellt fall järnvägen/bangården.

Totala invånarantalet i Karlshamns tätort var 20 387 i slutet av år 2018. Befolkningen hade då sedan 2010 ökat från 19 586. Tätortens storlek är ca 16,55 kvadratkilometer. Befolkningstätheten kan således beräknas till 1232 personer/km<sup>2</sup>.

Inom programområdet planeras för totalt ca 550 lägenheter. Antalet bostäder per 1000 invånare i Karlshamns kommun är 508 stycken vilket medför ett snitt på ca 2 boende per bostad [26]. Ett fullt utbyggt område innebär således ett tillskott på ca 1100 boende. I viss utsträckning kommer även service och andra verksamheter rymmas inom området men då dess förutsättningar är oklara i aktuellt skede och då aktuell rapport fokuserar på Etapp 1 och 2 dvs då bangården ligger kvar tas ingen hänsyn till detta i beräkningen av samhällsrisk.

Programrådets yta har bedömts utgöra ca 87 500 m<sup>2</sup>. Befolkningstätheten för det utbyggda området kan således beräknas till 14 100 boende per kvadratkilometer.

Nattetid bedöms antalet personer inom området vara i princip den samma som det folkbokförda antalet. Dagtid är det lite svårare att bedöma med hänsyn till jobbpendling, skolgång och andra aktiviteter som gör att personer rör sig in och ut från det studerade området. Persontätheten ansätts, i brist på mer detaljerat underlag, till lika stor dag som natt. Sammantaget innebär det att samma persontäthet används även för dagtid.

I Tabell 8-6 nedan redovisas underlag för uppskattning av antal människor som vistas inom programområdet och den omgivande kvadratkilometern (befolkningstäthet).

Slutgiltig handling

Datum: 2019-05-17

Tabell 8-6 Underlag för uppskattning av persontäthet inom programområdet och i närområdet.

	<i>Nuvarande betingelser</i>	<i>Horisontår 2040</i>	<i>Kommentar</i>
Boende (Karlshamns tätort)	1 232 pers/km <sup>2</sup>	1 368 pers/km <sup>2</sup>	
Arbetsplatser	Ingen uppgift	Ingen uppgift	
Viktat medelvärde över dygnet	1 232 pers/km <sup>2</sup>	1 368 pers/km <sup>2</sup>	
Boende (programområdet)	-	14 100 pers/km <sup>2</sup>	Etapp 1: 130 boende (9300 m <sup>2</sup> ) Etapp 2: 360 boende (25 500 m <sup>2</sup> )
Arbetsplatser (programområdet)	-	Ingen uppgift	
Viktat medelvärde över dygnet (Programområdet)	-	14 100 per/km <sup>2</sup>	

## BILAGA D - OLYCKSSCENARIER

I denna bilaga redogörs för möjliga olycksscenarioer inom bangården.

De konsekvenser av olyckor inom bangården som kan påverka det aktuella programområdet härrör från det farliga gods som hanteras/transporteras inom stationsområdet. I Tabell 8-7 nedan presenteras en sammanfattning av respektive farligt gods-klass med deras tillhörande konsekvenser.

Tabell 8-7 Sammanfattning av respektive farligt gods-klass med tillhörande konsekvenser.

Klass	Ämnen	Exempel	Konsekvenser
2	Gaser	Gasol, vätgas, etc.	Potentiella olycksscenarioer från klass 2 involverar jetflammar, BLEVE, gasmolnexplosion och giftiga gasmoln. Riskavstånd kan uppgå till flera tusen meter.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxid, etc.	Blandning med organiskt material eller kraftig upphettning kan orsaka explosionsartade brandförlopp.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc.	Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter.

De ovanstående konsekvenserna är de som behandlas i konsekvensberäkningarna i aktuell rapport.