

## RAPPORT

### Riskbedömning: Underlag till program för Alvik Östra, Stockholms stad



Rapportnummer:

1009-105

Datum:

2018-12-01

Beställare:

Stockholms stad  
Exploaterings kontoret  
Per Jerling  
Tekniska Nämndhuset, Fleminggatan 4  
104 20 Stockholm

Vår uppdragsansvarige:

Anna-Karin Davidsson  
072-248 29 26  
anna-karin.davidsson@structor.se

Datum	Revidering	Status	Författad av	Granskad av
2017-11-10		Granskningshandling	Sofia Johansson, Anna-Karin Davidsson	Joel Omran
	2018-03-06	Granskningshandling	Sofia Johansson, Anna-Karin Davidsson	Lisa Zamani
	2018-12-01	Slutgiltig handling	Joel Omran	

## Sammanfattning

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Exploateringskontoret på Stockholms stad att studera olycksrisker i programområdet i Alvik, program Alvik Östra. Inom ramen för programmet planeras ny bebyggelse och förändringar i infrastruktur. Programmet syftar till att planlägga för huvudsakligen nya bostäder, kontor och handel. Stockholms stad har efterfrågat en samlad riskbedömning med fokus på samhällsrisk för att i ett tidigt skede kunna ta ställning till risknivåer samt skapa möjlighet att hantera dem på ett effektivt och ändamålsenligt sätt. I programområde Alvik Östra planeras bostäder på 25 meters avstånd från Drottningholmsvägen. Storstockholms brandförsvaret (SSBF)<sup>1</sup> har tidigare tagit fram en riskidentifiering som denna rapport tar utgångspunkt i.

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att Stockholms stad ska kunna hantera olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods samt andra riskfyllda verksamheter i områdets närhet på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen<sup>2</sup> och Miljöbalken<sup>3</sup>. Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta individ- och samhällsrisknivåer för programområdet och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Analys har gjorts för nuläges-, jämförelse- och utbyggnadsalternativ. Jämförelse- och utbyggnadsalternativet är för år 2030. I jämförelsealternativet antas ingen ytterligare exploatering.

Inom programområdet finns stora höjdskillnader. Befintlig bebyggelse inom programområdet består av ett centrum med anslutande handelsytor och restaurangverksamhet, bostäder, kontor och hotell. Tunnelbanans gröna linje, Nockebybanan samt Tvärbanan går i ytläge genom programområdet. Programområdet är beläget både norr och söder om Drottningholmsvägen som är en rekommenderad primär transportled för farligt gods<sup>4</sup>. I Stockholms stads nya översiktsplan, som antogs i Kommunfullmäktige 19 februari 2018, föreslås Drottningholmsvägen upphöra som primärt rekommenderat vägnät för farligt gods, när Förbifart Stockholm respektive Tvärförbindelse Södertörn är färdigställda. Målpunkter för transporter av farligt gods i området medför att vissa transporter fortfarande kommer passera området år 2030, som är prognosår i denna riskbedömning.

Genomförd kvantitativ analys visar på att individrisken är belägen i ALARP-området (där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas) inom de närmaste 35 metrarna från vägen och acceptabelt låg på större avstånd. Resultatet visar att samhällsrisk för utbyggnadsalternativet är oacceptabelt hög. Samhällsrisk är redan utan tillkommande exploatering, dvs. i nulägesalternativet och jämförelsealternativet, belägen i området för oacceptabel risk. Detta då det redan i dag finns ett flertal byggnader och en perrong nära vägen, vilket medför utmaningar vid ytterligare exploatering i området. Transporter av ämnen tillhörande ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) samt den höga persontätheten nära Drottningholmsvägen i Alvik bedöms vara det som är huvudorsaken till den oacceptabelt höga samhällsrisk.

Genomförd kvantitativ analys visar att behov av åtgärder föreligger. Principiellt sett kan åtgärder antingen vidtas genom att påverka riskkällan, påverka avståndet mellan riskkällan och det skyddsvärda, eller slutligen genom att påverka robustheten i det skyddsvärda (bebyggelsen). Robustheten kan bero på t.ex. utformning eller användning.

En förutsättning angiven i planprogrammet är att bostäder ska placeras på 25 meters avstånd från Drottningholmsvägen, vilket påverkar åtgärder förknippade med avstånd till riskkälla och typ av användning. Små möjligheter finns att påverka riskkällan inom ramen för planprogrammet. Resonemang kring åtgärder har därför fokuserats på utformningsåtgärder.

Möjliga utformningsåtgärder i ny bebyggelse, befintlig bebyggelse och för resenärer på perrong har utretts vidare. Detta för att utreda förutsättningarna för att kunna undvika oacceptabla risknivåer i området som helhet, både i befintlig och tillkommande bebyggelse. Resultaten visar att, för att reducera samhällsriskerna från en oacceptabelt hög nivå till en risknivå belägen i ALARP-området, bedöms det inte bara krävas åtgärder i tillkommande bebyggelse utan även i befintlig bebyggelse samt för resenärer på perrong.

Gällande urspårningsrisk inom programområdet bedöms det krävas vidare hantering längs Tvärbanan vid sträckan mellan perrongen vid Alviks strand och befintlig skyddsrel i bro. Detta då individrisken utmed denna sträcka är förhöjd inom områden där ny bebyggelse planeras. Åtgärder i form av skyddsrel, mur eller förstärkning av byggnad bedöms krävas för att nå en acceptabel risknivå.



## Innehåll

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1	SYFTE OCH MÅL .....	6
1.2	AVGRÄNSNINGAR .....	6
1.3	DISPOSITION .....	7
<b>2</b>	<b>OMRÅDESBESKRIVNING .....</b>	<b>8</b>
2.1	OMGIVNINGSBESKRIVNING .....	8
2.2	PROGRAMOMRÅDE OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING .....	10
<b>3</b>	<b>OMFATTNING AV RISKHANTERING .....</b>	<b>11</b>
3.1	KRAVBILD .....	11
3.2	METOD OCH GENOMFÖRANDE .....	12
<b>4</b>	<b>RISKIDENTIFIERING .....</b>	<b>15</b>
4.1	RISKKÄLLOR .....	15
4.2	SKYDDSVÄRT .....	19
4.3	IDENTIFIERADE HÄNDELSER OCH OLYCKSSCENARIER .....	19
<b>5</b>	<b>RISKANALYS .....</b>	<b>20</b>
5.1	TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG .....	20
5.2	SPÅRBUNDEN TRAFIK - TVÄRBANAN .....	26
<b>6</b>	<b>RISKVÄRDERING OCH RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER .....</b>	<b>28</b>
6.1	TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ VÄG .....	28
6.2	SPÅRBUNDEN TRAFIK - TVÄRBANAN .....	34
6.3	STÄLLNINGSTAGANDEN KRING ÅTGÄRDER .....	34
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER .....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSLISTA .....</b>	<b>36</b>
<b>BILAGA A</b>	<b>OLYCKSSCENARIER FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS .....</b>	<b>38</b>
<b>BILAGA B</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS 1 .....</b>	<b>39</b>
<b>BILAGA C</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS 2 .....</b>	<b>43</b>
<b>BILAGA D</b>	<b>KONSEKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS .....</b>	<b>49</b>
<b>BILAGA E</b>	<b>BERÄKNING AV RISKNIVÅER FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS .....</b>	<b>52</b>
<b>BILAGA F</b>	<b>FREKVENSBERÄKNINGAR FÖR URSPÅRNING .....</b>	<b>60</b>
<b>BILAGA G</b>	<b>REFERENSLISTA BILAGA A-E .....</b>	<b>61</b>

## 1 Inledning

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Exploateringskontoret på Stockholms stad att studera olycksrisker i programområdet Alvik Östra. Programområdet för Alvik Östra omfattar delar av Alvik och Traneberg samt Alviks Strand och Tranebergs Strand i Bromma stadsdelsområde<sup>5</sup>. Inom ramen för programmet planeras ny bebyggelse och förändringar i infrastruktur. Programmet syftar till att planlägga för cirka 1 800 nya bostäder, handel, service och kontor, en skola med tillhörande idrottshall och förskolor samt en bollplan i östra Alvik.

Stockholms stad har efterfrågat en samlad bedömning med fokus på samhällsrisk för att i ett tidigt skede kunna ta ställning till risknivåer samt skapa möjlighet att hantera dem på ett effektivt och ändamålsenligt sätt. Den nya bebyggelsen är tänkt att placeras på 25 meter avstånd från Drottningholmsvägen. Storstockholms brandförsvaret (SSBF)<sup>1</sup> har tidigare tagit fram en riskidentifiering som denna rapport tar utgångspunkt i.

### 1.1 Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att Stockholms stad ska kunna hantera olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods samt andra riskfyllda verksamheter i områdets närhet på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen<sup>6</sup> och Miljöbalken<sup>7</sup>. Att utföra en riskbedömning för ett större område och i tidigt skede skapar goda förutsättningar att kunna ta hänsyn till olycksrisker på ett effektivt och ändamålsenligt sätt.

Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta individ- och samhällsrisknivåer för programområdet och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Riskhantering i den fysiska planeringen är att se som en iterativ process där analyser och bedömningar förfinas allt eftersom planeringen blir mer detaljerad. Därför bör denna analys ligga till grund för riskhantering i efterföljande detaljplanering.

### 1.2 Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till att behandla tekniska olycksrisker med en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. De riskkällor som beaktas utgörs av transporter av farligt gods, mekanisk påverkan från olika trafikslag, drivmedelsstationer samt farlig/miljöfarlig verksamhet. SSBF har i sin riskinventering<sup>1</sup> identifierat ett antal olycksrisker utöver detta (översvämning och suicid) samt pekat på behov av att identifiera skyddsobjekt i området. Denna rapport omfattar ej analys av dessa olycksrisker utan kommer att behöva kompletteras med dessa aspekter under ett senare skede. Av SSBF:s riskinventering<sup>1</sup> framgår att det ej finns någon riskfylld verksamhet inom Alvik Östra varför riskhantering kopplad till denna typ av verksamheter ej berörs i denna rapport.

Eventuella hälsoeffekter till följd av långvarig exponering behandlas inte (t.ex. buller, elektromagnetisk strålning och avgaser). Hänsyn tas inte heller till attentat eller händelser som genomförs med uppsåt.

## 1.3 Disposition

Riskbedömningen har lagts upp enligt följande:

- Kapitel 1 omfattar bakgrund och introduktion till uppdraget.
- Kapitel 2 ger en beskrivning av programområdet och dess omgivning. Detta ger en bild av kommande markanvändning samt fungerar som underlag till riskidentifieringen.
- Kapitel 3 beskriver uppdragets omfattning av riskhantering samt vilket metodval som gjorts.
- Kapitel 4–6 omfattar en riskidentifiering, riskanalys och värdering av erhållna risknivåer samt en osäkerhetshantering av dessa. Vid behov anges förslag på åtgärder.
- Kapitel 7 redovisar slutsatser.

## 1.4 Revideringar

Revidering sedan föregående version är av redaktionell karaktär och har inte lett till nya bedömningar eller slutsatser.

## 2 Områdesbeskrivning

I nedanstående kapitel beskrivs programområdet samt dess närmaste omgivning.

### 2.1 Omgivningsbeskrivning

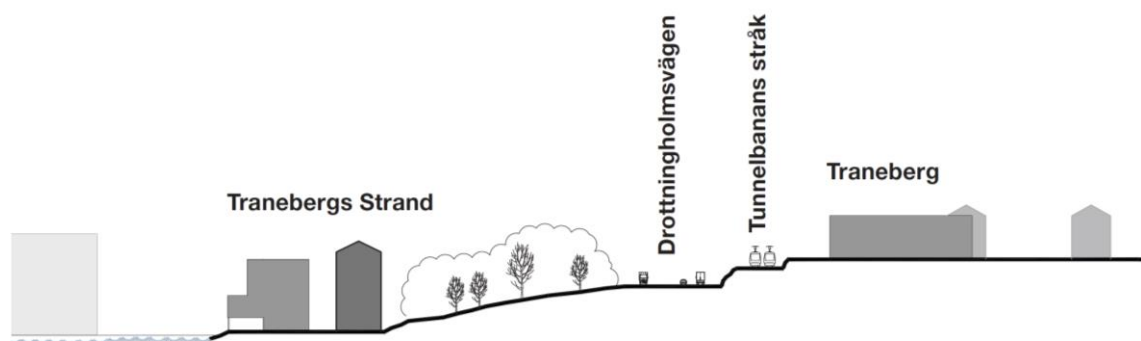
Det aktuella programområdet Alvik Östra är beläget i stadsdelsområdet Bromma, se Figur 1. Programområdet för Alvik Östra omfattar delar av stadsdelarna Alvik och Traneberg samt Tranebergs strand och Alviks strand. Programområdet är beläget både norr och söder om Drottningholmsvägen som är en rekommenderad primär transportled för farligt gods<sup>8</sup>. Utöver Drottningholmsvägen passerar tunnelbanans gröna linje, Nockebybanan samt Tvärbanan i ytläge genom programområdet. Dessa trafiklösningar utgör barriärer i området.



Figur 1. Aktuellt området markerat.

Tunnelbanan löper längs med Drottningholmsvägens norra sida med stationsläge direkt väster om programområdet Alvik Östra där byte kan ske mellan Tunnelbana, Tvärbana, bussar och Nockebybanan. Gång- och cykelbana löper längs med Drottningholmsvägen och avgränsas mot vägbanan av ett räcke och mot ytorna söder om Drottningholmsvägen av en mur.

Inom programområdet finns stora höjdskillnader. De delar som är belägna norr om Drottningholmsvägen i de västra delarna av programområdet är i nivå eller belägna högre än vägen. Söder om vägen och i programområdets östra delar norr om vägen lutar marken kraftigt ned mot vattnet, se Figur 2.



Figur 2. Illustration av höjdskillnad inom programområdet<sup>9</sup>.

Befintlig bebyggelse inom programområdet består av ett centrum med anslutande handelsytor och restaurangverksamhet, bostäder, kontor och hotell.



Figur 3. Illustration av programområde Alvik Östra.



## 2.2 Programområde och planerad markanvändning

Alvik har ett strategiskt läge i regionen och i stadsdelen och är en betydelsefull knutpunkt för kollektivtrafiken. Söder om vägen är Alviks Torg beläget, ett centrum med nära koppling till resandeknutpunkten. I programområdet inryms flera betydelsefulla målpunkter bl.a. Alviks torg, Alviks strand och SALK-hallen.

Inom ramen för programmet för Alvik Östra planeras ett stort antal förändringar i området. Programmet syftar till att planlägga för cirka 1 800 nya bostäder, handel, service och kontor, en skola med tillhörande idrottshall och förskolor samt en bollplan i östra Alvik. Staden har som ambition att<sup>9</sup>:

- Förtäta samt exploatera stora, sammanhängande ytor.
- Uppnå en täthet, mångfald och funktionsblandning som liknar innerstadens stadsmiljö.
- Knyta samman Alviks olika delar genom fler och förbättrade stadssamband för gående och cyklister.

Totalt planeras för cirka 1 800 bostäder i programområdet Alvik Östra. Bebyggelsen är utspridd norr och söder om Drottningholmsvägen med tyngdpunkt söder om vägen, se Figur 1. Den nya bebyggelsen är tänkt att placeras som närmast 25 meter från Drottningholmsvägen och planeras innehålla bostäder.

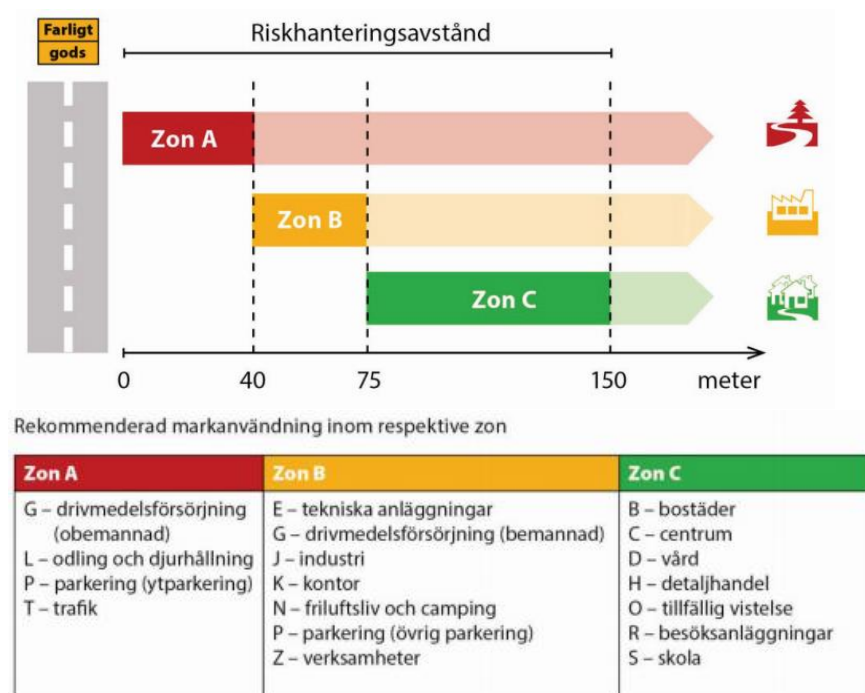
## 3 Omfattning av riskhantering

I detta kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering i förhållande till gällande kravbild. Likaså beskrivs genomförandet och vilken metodik som används.

### 3.1 Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen<sup>6</sup> och Miljöbalken<sup>7</sup>. Kraven innebär att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bl.a. människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion. Riskbedömningen är dock avgränsad till att behandla olyckshändelser med en direkt påverkan på människor.

Riskbedömningen avser att uppfylla de krav på riskhantering som Länsstyrelsen i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län ställer i riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen*. Även rekommendationerna i de riktlinjer avseende riskhantering som Länsstyrelsen i Stockholms län ger i den nya rapporten *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*<sup>10</sup>, beaktas<sup>11</sup> se Figur 1. I dessa anges ett riskhanteringsavstånd på 150 meter intill transportleder för farligt gods, inom vilket riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner.



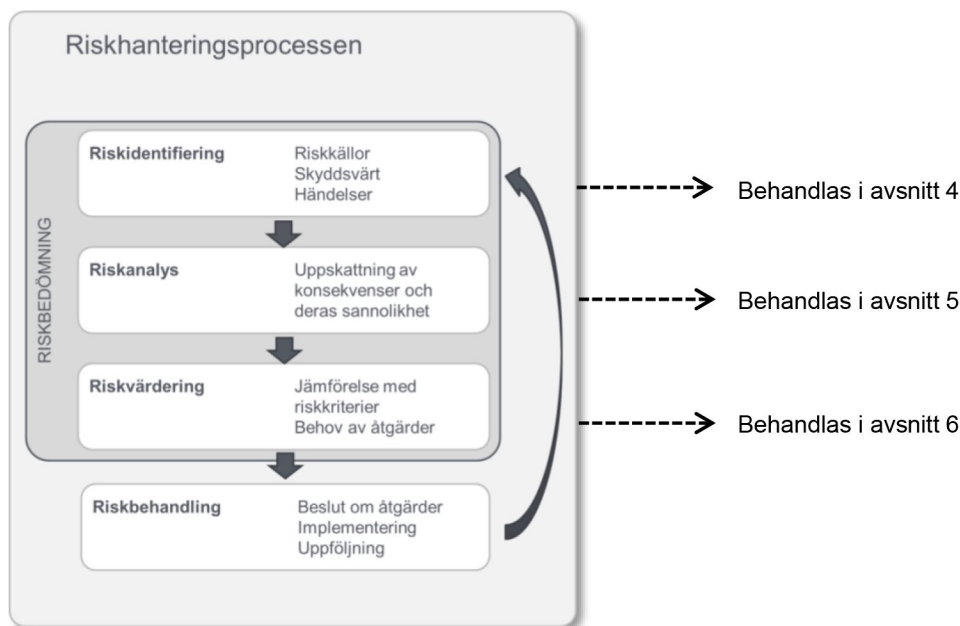
Figur 1. Riskhanteringsavstånd i Länsstyrelsen i Stockholms län riktlinjer.

Rekommendationerna ovan uppfylls inte för programområdet då bostäder planeras på 25 meter från Drottningholmsvägen. För att undersöka om ett avsteg från rekommendationerna kan motiveras genomförs en kvantitativ riskbedömning.



## 3.2 Metod och genomförande

För att skapa ett beslutsunderlag avseende hantering av olycksrisker genomförs i detta uppdrag en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000<sup>12</sup>, se Figur 2. Riskbehandlingen (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta ligger på kommunen genom fastställande av planen och dess planbestämmelser.



**Figur 2. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000<sup>12</sup>. Denna rapport hanterar de delar som benämns "Riskbedömning".**

### 3.2.1 Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor i programområdets omgivning. Identifieringen görs dels utifrån den riskidentifiering som tagits fram av SSBF, dels med utgångspunkt i avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika verksamheterna och programområdet. Nedanstående riskkällor beaktas:

- Transportinfrastruktur  
Rekommenderade transportleder för farligt gods, beaktas inom 150 meter från programområdet<sup>11</sup>. Mekanisk påverkan från spårbunden trafik, flygtrafik och fartygstrafik.
- Riskfyllda verksamheter  
De verksamheter som beaktas utgörs av de som presenteras i Länsstyrelsens WebbGIS<sup>8</sup> och omfattar s.k. farliga verksamheter enligt Lag om skydd mot olyckor, 2 kap 4§, bensin och drivmedelstationer<sup>8</sup>, inom ca 100 m från programområdet<sup>13</sup> samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen<sup>8</sup>. Verksamheter med tillstånd enligt Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor<sup>14</sup> beaktas även.

## 3.2.2 Riskanalys och riskvärdering

Nedan beskrivs vilken metodik som används för att uppskatta och värdera risker förknippade med de transporter av farligt gods och mekanisk påverkan från olika trafikslag som beaktas i riskbedömningen.

### **Transportinfrastruktur: Transporter av farligt gods på väg**

Underlag för transporter av farligt gods förbi programområdet utgörs av statistik för transporter av farligt gods i Sverige<sup>15,16</sup> samt mätningar genomförda i anslutning till Drottningholmsvägen<sup>17,18</sup>.

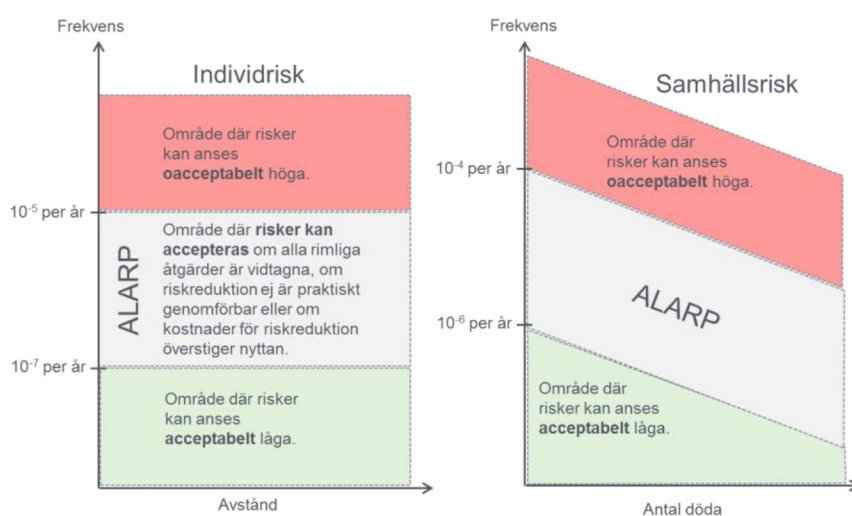
Följande riskbedömningar har även utgjort underlag:

- Inledande riskbedömning kv. Akka m.fl., upprättad av Brandskyddslaget 2011-11-01<sup>19</sup>.
- Riskbedömning Tranebergsängen, upprättad av WSP 2011-04-11<sup>20</sup>.

Riskanalysen för risker kopplade till transporter av farligt gods utförs kvantitativt genom att de två riskmåttan individ- och samhällsrisk beräknas. Bedömningen omfattar riskpåverkan på människa.

- Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmättet är att tillse att enskilda individer inte utsätts för icke-tolerabla risker.
- Samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsriskmättet tar hänsyn till befolkningstäthet och studeras över ett område som normalt är en kvadratkilometer stort. Risken redovisas ofta som en s.k. F/N-kurva som visar den ackumulerade frekvensen (per år) för ett visst utfall mätt i antal döda.

För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier kommer de nivåer och principer som föreslås av DNV<sup>21</sup> att användas, se Figur 3. Dessa är tillämpbara för de två riskmåttan individrisk och samhällsrisk.



Figur 3. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån DNV<sup>21</sup>. ALARP-området definieras på samma sätt för individ- och samhällsrisk.

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används rapporten *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*<sup>22</sup> och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*<sup>23</sup>.

***Transportinfrastruktur: Spårbunden trafik från spårbunden trafik***

Risikanalysen för risker kopplade till mekanisk påverkan från spårbunden trafik utförs primärt kvalitativt. Om den kvalitativa bedömningen visar att eventuell påverkan föreligger genomförs en kvantitativ bedömning genom att riskmålet individrisk beräknas. Då ett urspårande tåg endast orsakar lokal skada inom ett begränsat område, kan antalet människor i omgivningen som påverkas antas vara relativt litet. Det leder till att samhällsrisikbidraget från en urspårning inte bedöms vara relevant att beakta inom ramen för denna analys.

***Transportinfrastruktur: Mekanisk påverkan från flyg- och fartygstrafik***

Risikanalys för risker kopplat till flyg- och fartygstrafik utförs kvalitativt. Bedömning av eventuell påverkan sker utifrån befintliga riskbedömningar, underlag och utredningar.

## 4 Riskidentifiering

I detta avsnitt presenteras de riskkällor som har identifierats och vad som definieras som skyddsvärt. Dessutom anges vilka möjliga händelser eller olycksscenarier som kan uppstå samt om händelserna kommer att beaktas vidare i analysen.

### 4.1 Riskkällor

Nedan redovisas identifierade riskkällor. För utförligare beskrivning av indata och antaganden (t.ex. vad det gäller flödet av farligt gods) i beräkningar, se Bilaga A och Bilaga B.

#### 4.1.1 Transporter av farligt gods på väg

Transporter av farligt gods sker på Drottningholmsvägen som på aktuell sträcka utgör en statlig rekommenderad primär transportled för farligt gods<sup>8</sup>. Inga restriktioner avseende farligt gods föreligger. De primära transportvägarna bildar ett huvudvägnät för genomfartstrafik och används så långt som möjligt för transporter av farligt gods. Avståndet från tillkommande bebyggelse i programområdet till Drottningholmsvägen planeras vara som minst 25 meter. En av anledningarna till att transporter med farligt gods går på Drottningholmsvägen förbi programområdet är att transporter med farligt gods är förbjudna genom delar av tunneln vid Norra länken till följd av tunnelkategori B. De restriktioner tunnelkategoriseringen medför beskrivs utförligare i Bilaga B.

Stockholm stad föreslår i sin nya översiktsplan förändringar i det rekommenderade vägnätet för farligt gods. Drottningholmsvägen föreslås i översiktsplanen upphöra som primärt rekommenderat vägnät för farligt gods när Förbifart Stockholm respektive Tvärförbindelse Södertörn är färdigställda. Trafikstart för dessa är planerad till 2026<sup>24,25</sup>.

Drottningholmsvägen är en väl trafikerad transportled med en hastighetsbegränsning på 70 km/h genom Alvik Östra. För uppskattning av trafikmängder har trafikprognoser som programmet nyttjar använts<sup>26,27</sup>. Trafiksiffrorna är framtagna för år 2030, det år som projektet arbetar mot. Trafiken på Drottningholmsvägen redovisas i Tabell 1. Trafikverkets projekt ”Förbifart Stockholm” kommer att påverka programområdet genom att medföra minskade trafikmängder, vilket framgår i trafikprognoserna för 2030 som har tillhandahållits av projektet. Avseende trafikmängder nyttjas siffror från 2014 för nuläge. I rapporten kommer nulägesalternativ, jämförelsealternativ (2030) och utbyggnadsalternativ (2030) beaktas, vilka beskrivs vidare i Avsnitt 5.1.1.

**Tabell 1. Trafiksiffror för Drottningholmsvägen genom Alvik Östra.**

Variabel	Nulägesalternativ	Jämförelsealternativ	Utbyggnadsalternativ
Trafik [fordon/dygn]	59 200	47 600	60 400
Andel tung trafik [%]	9	9	8

För mängder farligt gods i beräkningar kan både platsspecifika mätningar för farligt gods och ett nationellt genomsnitt för farligt gods nyttjas. Detta utreds vidare i rapporten.

#### 4.1.2 Spårbunden trafik – Tunnelbana och Nockebybanan

Tunnelbana och Nockebybanan passerar igenom programområdet i ytläge. Spåren till Tunnelbanan och Nockebybanan trafikeras enbart av tåg för persontrafik och underhållsfordon, vilket innebär att inga transporter av farligt gods förekommer. Det finns intill spårbunden trafik en risk för urspärning vilket kan medföra personskada.

Det saknas specifika rekommendationer för skyddsavstånd till byggnader i anslutning till tunnelbana eller spårväg. Länsstyrelsen i Stockholm<sup>10</sup> anger att det nära järnväg, med transporter av farligt gods, ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter mätt från närmaste spårmitt.

Ingen bebyggelse söder om Tunnelbanan och Nockebybanan är belägen inom 25 meter, då Drottningholmsvägen ligger emellan. I västra delen av Alvik Östra vid Alvik station planeras tillkommande bebyggelse närmre än 25 meter, men denna hamnar betydligt högre än Tunnelbanan och Nockebybanan och ingen risk för påverkan vid urspårning föreligger.

Norr om spåren i östra delen av programområdet finns enstaka befintliga byggnader på ca 15 meters avstånd. Där går enbart Tunnelbanan som där är dubbelspårig. I UIC CODE 777-2 *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone*<sup>28</sup> framgår att det maximala urspårningsavståndet i sidled är  $\text{hastighet}^0.55$ . Maximala hastigheten på gröna linjen är 80 km/h vilket ger ett avstånd om 11 meter. Troligen är hastigheten lägre vid samtliga spår intill Alvik station.

Både Tunnelbanan och Nockebybanan går dessutom på bro genom Alvik Östra samt området för den samhällsrisk som beräknas. På broarna finns urspårningsräler som är ett extra par räler placerade innanför de trafikerade rälererna. Urspårningsräler ska förhindra att ett urspårat tåg lämnar spårområdet. Urspårningsrälen håller kvar hjulen längs det spår tåget lämnat, vilket gör att sannolikheten för att en vagn tippas över och lämnar banvallen minskar. UIC<sup>28</sup> nämner både skyddsräl vid växlar och kantbalkar generellt som bra åtgärder för att avvärja en urspårning (från spårområdet).

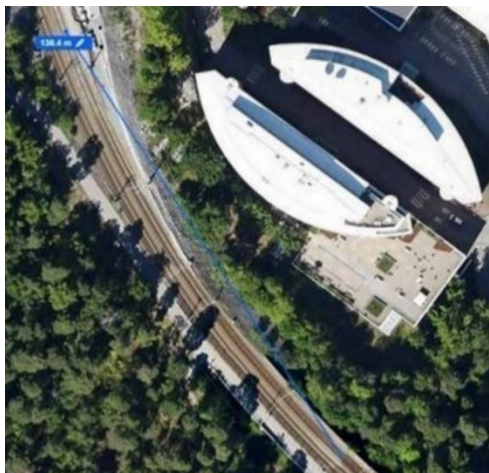
Det finns också en skyddseffekt som det parallella spåret utgör vid urspårning. Dessa spår fungerar som extra skyddsräl som måste passeras för att tåget vid en urspårning ska lämna spårområdet om det spårar ur i riktning mot det andra spåret.

#### 4.1.3 Spårbunden trafik – Tvärbanan

Rörande urspårningsrisk vid Tvärbanan så finns det en sträcka i den sydvästra delen av Alvik Östra efter stationen Alviks strand där en urspårning riskerar att påverka intilliggande bebyggelse, se Figur 5. Denna sträcka är på 135 meter och löper mellan perrongen på stationen och urspårningsräler i bro. Urspårningsräler i bro visas i Figur 4 nedan. Spåren till Tvärbanan trafikeras enbart av tåg för persontrafik och underhållsfordon, vilket innebär att inga transporter av farligt gods förekommer.

Hastigheten på denna sträcka är 50 km/h. Troligen är hastigheten lägre intill Alvik station, eftersom tågen accelererar eller retarderar på sträckan. Ett urspårat tåg bedöms kunna påverka närliggande bebyggelse och därmed beaktas den spårbundna trafiken på aktuell sträcka av Tvärbanan vidare i beräkningarna.





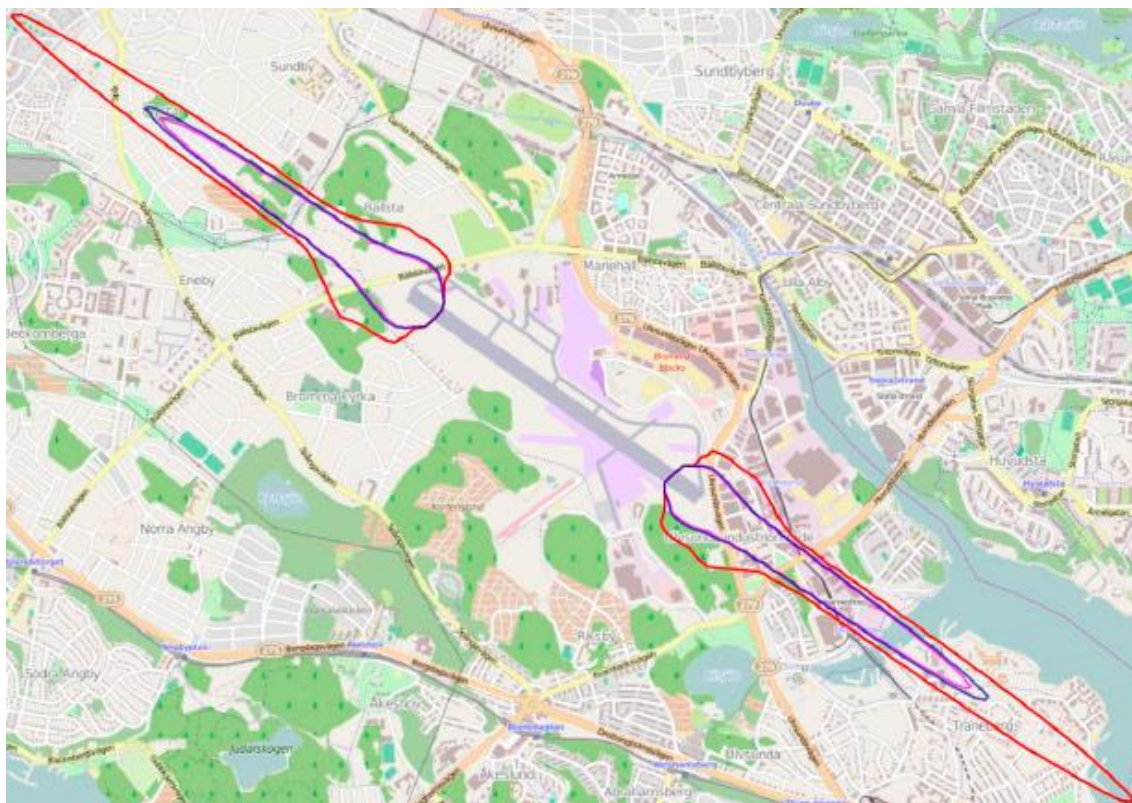
Figur 5. Tvärbanan söder om station Alviks strand. Figur 4. Urspråningsrälär längst det vänstra spåret.

#### 4.1.4 Flygtrafik

Bromma flygplats påverkar många viktiga exploateringsområden till följd av sitt centrala läge, både med avseende på buller och utifrån risken för olyckor.

Det holländska företaget NLR gjorde 2015 en tredjepartsgranskning av flygplatsens<sup>29</sup> riskpåverkan på omgivningen. Granskningen gjordes utifrån trafiksiffror från år 2012 som baslinje och prognostiserade siffror för 2030 och 2038. Riskerna för 2030 och 2038 bedömdes bli mindre, även med ökad trafik, till följd av generellt säkerhetshöjande åtgärder inom flygbranschen.

Slutsatsen från tredjepartsgranskningen visar att risknivåerna är som störst längs med landningsbanan. I Figur 6 redovisas riskkonturena. Linjerna visar risknivåer på  $10^{-6}$  (röda linjen är basåret 2012), vilket motsvarar en risknivå i mitten av det så kallade ALARP-området. ALARP-området ingår i de värderingskriterier som nyttjas inom stadsplanering och innebär att riskreducerande åtgärder ska övervägas vid risknivåer mellan  $10^{-5}$  och  $10^{-7}$ . Risknivå på  $10^{-6}$  för den blåa linjen är belägen 270 meter från området för den samhällsrisk som beräknas, samt över 500 meter från Alvik Östra. Risknivåerna genererade från Bromma flygplats bedöms därmed ej påverka personer som vistas inom programområde Alvik Östra. Flygplatsen medför därmed ej några begränsningar för tillkommande bebyggelse ur ett olycksriskperspektiv.



Figur 6. Individriskkontur  $10^{-6}$  blå linje horisont år 2030 och 2038<sup>29</sup>.

## 4.1.5 Fartygstrafik

Tillkommande bebyggelse i programområdet planeras som närmst på ett avstånd om cirka 20 meter från vattnet. Det undersökta området ligger intill farled 913, Stora Essingen-Bällstaviken. Farleden har ingen genomfart norrut, se Figur 7.



Figur 7. Aktuell farled 913 på sjökort<sup>30</sup>.



Sjöfartsverket redovisar en mätning<sup>31</sup> för alla fartyg utrustade med AIS (Automatic Identification System). Alla fartyg större än 300 bruttoton samt alla passagerarfartyg ska ha AIS, dock undantags ofta båtar för högst tolv passagerare. Enligt mätningen nyttjar inga tankfartyg farleden och endast lastfartyg och passagerarbåtar i mindre omfattning.

Enligt VTS Sjöfartsverket Södertälje (Vessel Traffic Service), som ger trafikinformation och service till sjötrafiken, sker ingen yrkestrafik på denna farled. Det sker dock enstaka transporter av pråmar och kranar med bogserbåtar i en hastighet om maximalt 5 knop<sup>32</sup>. Inga större passagerarfartyg går på farleden utan det är de fartyg som går i skärgården (storlek ca 20–40 meter) som trafikerar sträckan<sup>32</sup>. Pendlarbåten Green City Ferries lägger till vid Alviks Strand och har två turer per dag<sup>33</sup>. Dessa pendlarbåtar är 23 meter långa och rymmer 100 passagerare<sup>34</sup>. I skärgården finns även fritidsbåtar, vilka dock är svåra att uppskatta till antalet.

De scenarier som bedöms kunna inträffa och samtidigt ha en direkt negativ påverkan på människors liv och hälsa inom Alvik Östra är kollision med kaj. Ett fartyg som kolliderar med kajen kan få stora konsekvenser för människa, om fartyget vid kollisionen inte stannar vid kajkant utan forcerar den.

Incidentstatistik för motsvarande händelser finns. Antal svensktregistrerade handels- och fiskefartyg var under 2007–2011 i genomsnitt 6 642 per år. I genomsnitt inträffade under denna tidsperiod 122 olyckor och tillbud per år i hela landet. I dessa incidenter är även fritidsbåtar och utrikes registrerade fartyg inräknade. Av dessa olyckor och tillbud utgjorde kollision med annat föremål i genomsnitt 13 per år<sup>35</sup>. Sannolikheten för en sådan händelse vid den aktuella kajen bedöms därmed vara låg med stöd i incidentstatistik<sup>35</sup>.

De små fartyg som trafikerar farleden håller en låg hastighet och bedöms rimligen inte påverka byggnaderna 20 meter in på programområdet. För att åstadkomma skada på byggnaderna som medför konsekvenser för människor i byggnaden måste fartyget tränga 5–10 meter in i fasaden<sup>36</sup>. Först fartyg med en längd av 130 meter har möjlighet att orsaka en sådan skada<sup>36</sup>.

Fartygstrafiken bedöms därmed baserat på incidentrapporteringen och storleken på fartyg som trafikerar ej ha en påverkan på tillkommande bebyggelse inom Alvik Östra. De små fartyg som passerar utanför programområdet skulle dock vid en kollision kunna utgöra en risk för människor som vistas vid stranden även om fartygen inte utgör en risk för den tillkommande bebyggelsen. Detta hanteras ej inom denna riskbedömning men bör utredas vidare i detaljplaneskede.

## 4.2 Skyddsvärt

Det beaktade skyddsvärdet i denna riskbedömning utgörs av människors hälsa och säkerhet. Människor kommer att vistas i området såväl dagtid som nattetid.

## 4.3 Identifierade händelser och olycksscenarier

Följande riskkällor kommer att beaktas vidare i analysen:

- Transporter med farligt gods, vilket innebär scenarier som kan ge upphov till brand, explosion samt toxisk och frätande påverkan beaktas. Samtliga olycksscenarioer som kan förekomma i olyckor vid transporter av farligt gods presenteras i Bilaga A.
- Tågtrafik på Tvärbanan, vilket innebär scenariot mekanisk påverkan vid urspårning.

## 5 Riskanalys

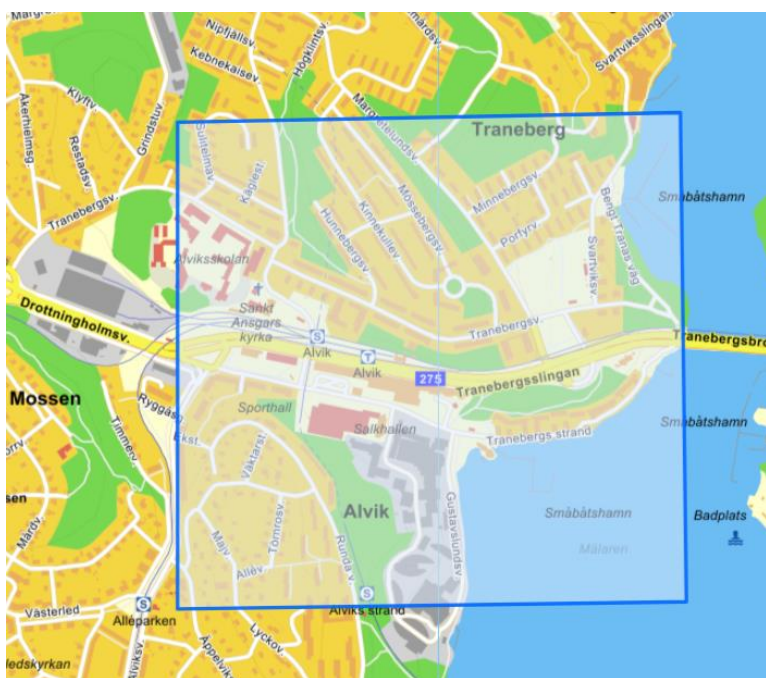
I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd riskanalys först avseende farligt gods på väg och sedan avseende urspårning på Tvärbanan.

### 5.1 Transporter av farligt gods på väg

I följande avsnitt redovisas förutsättningar och antaganden. Därefter presenteras riskbidraget från Drottningholmsvägen utifrån de beräknade riskmåttan individ- och samhällsrisk.

#### 5.1.1 Förutsättningar och ställningstaganden

Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt<sup>37</sup>. En kvadratkilometer stort område kommer därmed att inkludera befintliga och tillkommande bebyggelse i Alvik Östra och vissa ytor utanför programområdet samt tar höjd för eventuell framtida exploatering i Alvik Västra inom kvadratkilometern, se Figur 8. Kollektivtrafiksresenärer som gör ett byte inom eller mellan olika trafikslag i Alvik beaktas då bytespunkten ligger inom aktuell kvadratkilometer.



Figur 8. Beräknad kvadratkilometer för Alvik Östra med Drottningholmsvägen i dess mitt (blå ruta).

Det finns platsspecifika farligt gods-siffror då mätningar<sup>17</sup> har genomförts av Trafikverket på vissa platser i Stockholm genom att detektera fordon skyltade med farligt gods. Dessa mätningar genomfördes maj och oktober 2015 under 29 dagar. Det saknas mätpunkter på såväl Drottningholmsvägen som Ulvsundavägen vilket medför att antaganden behövdes för att få fram vilka transporter som går på Drottningholmsvägen. En fördjupad analys genomförd av WSP<sup>18</sup> begärdes därför av Trafikkontoret i Stockholm där det ingick bl.a. ruttanalyser av farligt gods för att ta reda på vilka transporter som går på Drottningholmsvägen<sup>18</sup>. Vidare resonemang gällande fördelning och antal transporter i mätningarna redovisas i Bilaga B.

När Förbifarten och Tvärförbindelse Södertörn öppnar kommer transporter med farligt gods som endast ska passera Stockholm inte behöva ta vägen igenom centrala Stockholm för att fortsätta sin färd norr- eller söderut. Förbifart Stockholm bedöms komma att utgöra primär transportled för farligt gods, där samtliga ADR-klasser tillåts, och förväntas därmed innebära minskade mängder farligt gods-transporter på närliggande transportvägnät<sup>38</sup>. Detta indikerar att transporterna av farligt gods på Drottningholmsvägen kan komma att minska i framtiden. Stockholm stads förslag i sin nya översiktsplan gällande att Drottningholmsvägen föreslås upphöra som primärt rekommenderat vägnät för farligt gods när Förbifart Stockholm respektive Tvärförbindelse Södertörn är färdigställda kommer tydliggöra denna förändring i transportväg. I översiktsplanen framgår också att målpunkter för transporter av farligt gods i första hand bör lokaliseras till de utpekade verksamhetsområden som ligger i direkt anslutning till det primära vägnätet för farligt gods. Detta kan antas minska transporter på Drottningholmsvägen ytterligare. Ingen större omlokalisering av målpunkter för transporter av farligt gods bedöms ha skett till programmets prognosår 2030. Detta innebär att transporter av farligt gods fortfarande går på Drottningholmsvägen.

Den samlade bedömningen utifrån ovanstående är att det kan vara rimligt att ta de platsspecifika mätningarna som utgångspunkt för denna riskbedömning. Antal fordon på sträckan år 2015 och 2030 antas vara samma eftersom Drottningholmsvägen i översiktsplanen föreslås upphöra som primärt rekommenderat vägnät för farligt gods. Vidare resonemang gällande fördelning och antal transporter i mätningarna redovisas i Bilaga B.

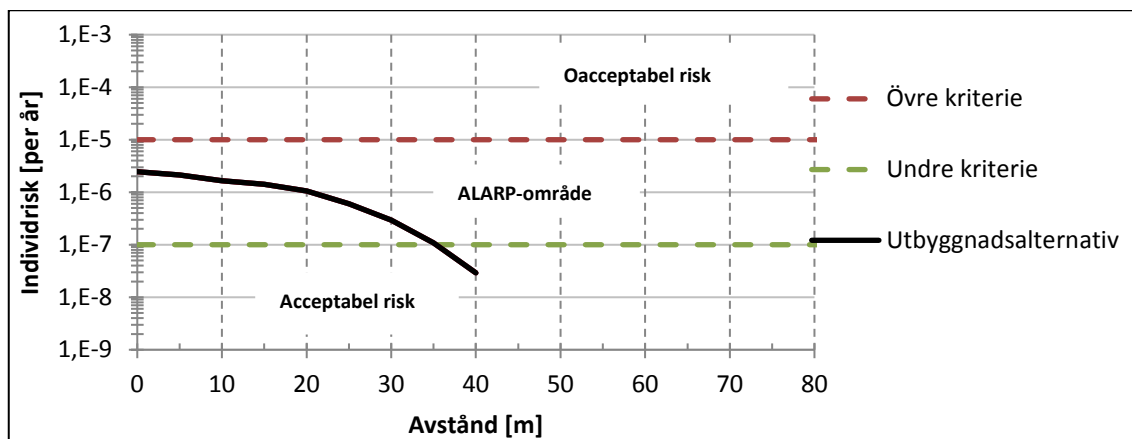
Beräkningarna genomförs utifrån nedanstående alternativ, för utförligare beskrivning och indata se Bilaga A till och med Bilaga E. Följande scenarier har beräknats:

- Nulägesalternativ: Beräkningarna genomförs utifrån förutsättningarna i dagsläget, med uppmätt trafik i Alvik från 2014<sup>39</sup> och personantal utifrån statistikkartor<sup>40</sup>.
- Jämförelsealternativ: Beräkningarna genomförs för år 2030 med trafikprognoser för jämförelsealternativet och personantal utifrån statistikkartor enligt nulägesalternativ med en uppräknings om 1% årligen. Ingen bebyggelse antas tillkomma utöver befintlig i nulägesalternativet.
- Utbyggnadsalternativ: Beräkningarna genomförs för år 2030 med tillkommande bebyggelse inom programområdet inom illustrerad kvadratkilometer i Figur 8. Trafikprognoser för nulägesalternativet nyttjas tillsammans med personantal utifrån statistikkartor enligt nulägesalternativ med tillkommande personantal utifrån underlag rörande ytsammansättning för programförslag.

Vidare underlag för beräkningar av individ- och samhällsrisk redovisas i Bilaga B.

## 5.1.2 Individrisk

I Figur 9 presenteras resultaten för individrisken för Alvik Östra för utbyggnadsalternativet. Individrisknivån för nulägesalternativet och jämförelsealternativet är samma som för utbyggnadsalternativet. Detta till följd av att samma antaganden gällande transporter med farligt gods i de olika alternativen och att en förändrad befolkningstäthet inte påverkar individrisken utan endast samhällsrisk.



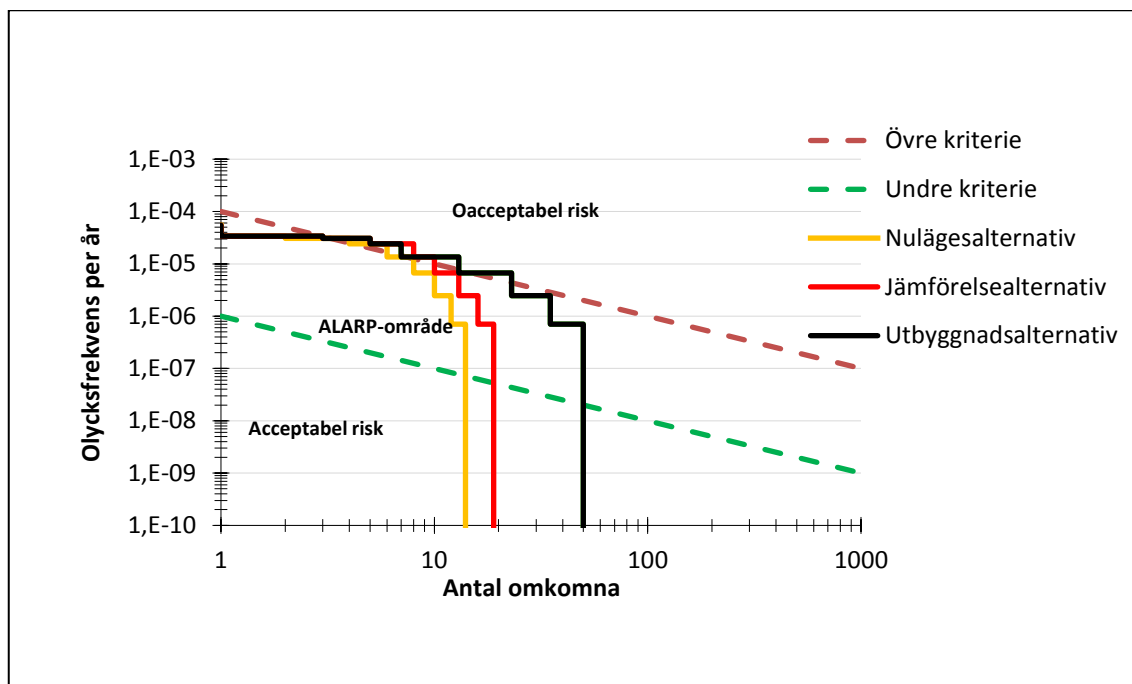
Figur 9. Individerisk beräknad med avseende på utbyggnadsalternativ.

Resultaten från beräkningarna visar att individerisken är belägen i ALARP-området inom de närmaste 35 metrarna från vägen. På ett avstånd större än 35 meter är individerisken att betrakta som acceptabelt låg. För tänkt bebyggelse på 25 meter är individerisken i ALARP-området vilket innebär att åtgärder behöver vidtas.

Det största bidraget till individeriskenivån inom 45 meter är olyckor med ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor). Risknivån avtar helt vid 40–45 meter då inga ADR-S klass 1 (explosiva ämnen och föremål) eller 2.1 och 2.3 (brandfarliga och giftiga gaser) som har konsekvensavstånd bortom detta avstånd registrerats i mätningarna.

### 5.1.3 Samhällsrisk

I Figur 10 presenteras resultaten för samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer med avseende på de olika alternativen.



Figur 10. Samhällsriskens beräkning med avseende på nulägesalternativ, jämförelsealternativ och utbyggnadsalternativ

Resultatet visar att samhällsriskens är oacceptabelt hög för samtliga av de studerade alternativen.

Det är en mycket liten skillnad mellan nulägesalternativet och jämförelsealternativet till följd av samma mängder farligt gods och liten skillnad i befolkning mellan de olika alternativen.

Det är främst olyckor med ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) samt den höga persontätheten nära vägen som bidrar till samhällsrisknivån är förhöjd.

Samhällsriskens är redan utan tillkommande exploatering, dvs. i nulägesalternativet och jämförelsealternativet, belägen i området för oacceptabel risk. Den höga persontätheten beror på resenärerna vid Alvik station och befintlig bebyggelse nära Drottningholmsvägen.

#### 5.1.4 Osäkerheter och känslighetsanalys

Resultaten i riskbedömningar bör alltid betraktas med vetskap om de osäkerheter som finns i de många antaganden och ingångsvärden som använts vid analysen. Osäkerheter kan bland annat finnas i form av stokastisk osäkerhet, även kallad variabilitet, vilket innebär att det finns naturlig variation i de data som används, vilka inte kan påverkas. En annan typ av osäkerhet är epidemisk osäkerhet, vilken ofta benämns kunskapsosäkerhet. Denna typ av osäkerheter innebär en bristande kunskap om systemet och kan åtgärdas rent teoretiskt, men inte alltid i praktiken.

En variabel som bedöms ha stor inverkan på resultatet är de mängder farligt gods som transporteras på Drottningholmsvägen. En betydande osäkerhet är i vilken utsträckning som Förbifart Stockholm kommer att påverka mängder farligt gods på Drottningholmsvägen.

Även mätningarnas tillförlitlighet utgör en osäkerhet som bör nämnas. I den fördjupade analysen av mätningarna fås storleksordningen samt en bild av vilken sorts farligt gods som transporteras på första delen av Drottningholmsvägen utifrån tidigare uppmätta nivåer i en mätpunkt vid Tranebergsbron. För att få en uppfattning om den fortsatta fördelningen västerut/norrut har data

som Trafikkontoret tidigare erhållit från Storstockholms brandförsvär använts i den fördjupade analysen för att göra en målpunktsanalys, och därmed få en uppfattning om antalet företag som tar emot farligt gods i området samt vilka ämnen som levereras till dem. Den fördjupade analysen av mätningarna baseras på hur många företag som har tillstånd samt för vilka ämnen de har tillstånd och ingen information har efterfrågats om hur många transporter respektive företag har. Detta ger en översiktlig bild av fördelningen mellan klasser och antal transporter. Den faktiska fördelningen mellan klasser beror på hur många transporter som tas emot av respektive företag. Tunnelkategoriseringen i delar av tunnlar i Norra Länken medför att transporter av bl.a. ADR-S klass 1 inte får gå i Norra Länken utan därför behöver gå på Drottningholmsvägen förbi programområdet. Inga transporter av ADR-S klass 1 har registrerats i mätningarna. Detta innebär att mätningarnas tillförlitlighet kan ifrågasättas.

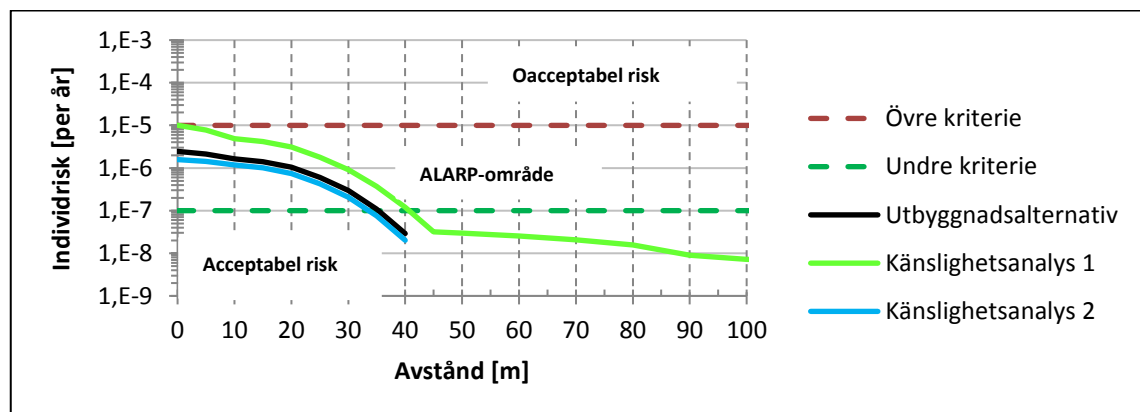
Då flödet av farligt gods på Drottningholmsvägen är en stor osäkerhet genomförs en känslighetsanalys där ett nationellt snitt används som indata till beräkningarna. För mängd farligt gods kan ett nationellt genomsnitt för andel farligt gods samt fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige<sup>15,16</sup> nyttjas. Antal transporter beräknats sedan utifrån trafikmängder och andel tung trafik. Detta underlaget innebär att ett större flöde av farligt gods och samtliga klasser farligt gods antas förekomma på Drottningholmsvägen. Fördelning och antal transporter redovisas i Bilaga B.

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd känslighetsanalys på utbyggnadsalternativ för år 2030. Följande känslighetsanalyser genomförs för Drottningholmsvägen. Resultaten presenteras utifrån de beräknade riskmåttens individ- och samhällsrisk.

- Känslighetsanalys 1: Ett nationellt genomsnitt för andel farligt gods av den totala mängden tung trafik samt fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Andelen farligt gods på vägarna mellan åren 2012 och 2016 var i snitt 2,67 % av andelen tung trafik<sup>15,16</sup>.
- Känslighetsanalys 2: Hastigheten på Drottningholmsvägen sänks genom programområdet för Alvik Östra från 70 km/h till 50 km/h. Detta analyseras för att identifiera vilken inverkan en förändring i hastighet har på individ- och samhällsrisk.

## Individrisk

I Figur 11 presenteras känslighetsanalys 1 och 2 för individrisken för Alvik Östra.



Figur 11. Individrisk beräknad med avseende på utbyggnadsalternativ samt känslighetsanalys 1 och 2.



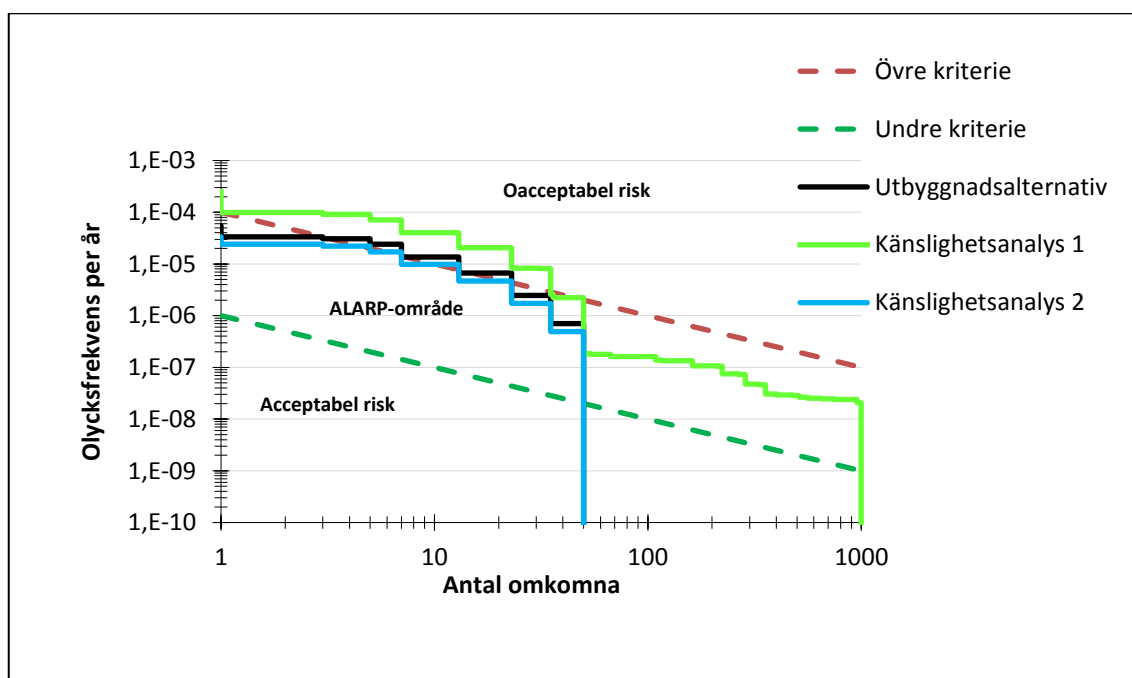
Resultaten från beräkningarna visar att det är en skillnad mellan känslighetsanalys 1 och utbyggnadsalternativet. En större mängd transporter av farligt gods resulterar i en individrisk som blir acceptabel först vid 40 meter istället för vid 35 meter.

Resultaten från beräkningarna visar att det är en mycket liten skillnad mellan känslighetsanalys 2 och utbyggnadsalternativet, men att en sänkt hastighet bidrar till att minska individrisken något. Detta då det totala antalet transporter med farligt gods är detsamma.

I området upp till 45 meter bidrar främst påverkan från olyckor med brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3) till risknivån. Risknivån bortom 45 meter för känslighetsanalys 1 bidrar ADR-S klass 1 (explosiva ämnen och föremål) eller 2.1 och 2.3 (brandfarliga och giftiga gaser) till. Detta då dessa klasser har långa konsekvensavstånd.

## Samhällsrisk

I Figur 12 presenteras känslighetsanalys 1 och 2 för samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer.



Figur 12. Samhällsrisk beräknad med avseende på utbyggnadsalternativ samt känslighetsanalys 1 och 2.

Resultaten från beräkningarna visar att samhällsrisk för känslighetsanalys 1 är oacceptabelt hög. Risknivån för känslighetsanalys 1 är för händelser med få antal omkomna, högre än utbyggnadsalternativet till följd av större farligt gods mängder. Olyckor med ADR-S klass 1 (Explosiva ämnen och föremål) och ADR-S klass 2.1 och 2.3 (brandfarliga och giftiga gaser) samt den höga persontätheten bidrar till att risknivån är i ALARP-området för händelser med ett större antal omkomna.

Resultatet från beräkningarna för utbyggnadsalternativet och känslighetsanalys 2 är acceptabelt låg för händelser med ett större antal omkomna då inga transporter med ADR-S klass 1 (explosiva ämnen och föremål) eller 2.1 och 2.3 (brandfarliga och giftiga gaser) som har konsekvensavstånd bortom 45 meter registrerats i mätningarna. Känslighetsanalyserna 2 ligger nära utbyggnads-



alternativet. Detta då mängderna med farligt gods är desamma. Om hastigheten blir lägre på vägen sjunker risknivån något.

### **Resultat av känslighetsanalys**

Resultaten visar på att samhällsriskerna når upp till en oacceptabelt hög risknivå för såväl nulägesalternativ, jämförelsealternativ, utbyggnadsalternativet och känslighetsanalysen.

De antaganden som bedömts ha stor inverkan på risknivåerna, och som också är befästa med osäkerheter har analyserats ovan. Transporter av ämnen tillhörande ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) samt den höga persontätheten nära Drottningholmsvägen i Alvik bedöms vara det som framförallt är orsaken till den oacceptabelt höga samhällsriskerna. Antagandena som är kopplade till dessa har därför relativt stor inverkan på resultatet.

Mot bakgrund av detta bedömer vidare resonemang gällande åtgärder kunna föras utifrån utbyggnadsalternativet.

## **5.2 Spårbunden trafik - Tvärbanan**

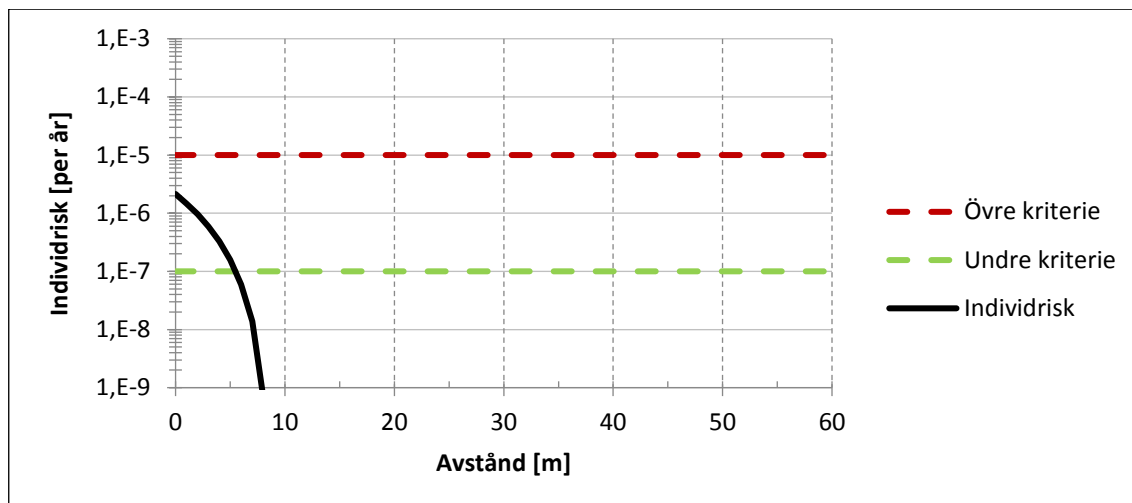
Riskbidraget från Tvärbanan presenteras utifrån de beräknade riskmåtten individrisk. Beräkningarna redovisas i Bilaga F. Det finns en lutning direkt intill Tvärbanans spår ner mot programområdet, se Figur 13 nedan.



Figur 13. Tvärbanan och lutningen mot programområdet.

## 5.2.1 Individrisk

I Figur 14 presenteras resultaten för individrisken intill Tvärbanan.



Figur 14. Beräknad individrisk intill Tvärbanan.

Resultaten från beräkningarna visar att risknivån vid ett plant område hade individrisken varit acceptabel vid 5 meter, enligt Figur 14. Eftersom det finns en brant lutning direkt efter spåret ned mot planerade byggnader kommer risknivån att vara belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas, för föreslagna placering av tillkommande byggnader.

## 6 Riskvärdering och riskreducerande åtgärder

I följande avsnitt redovisas riskvärdering och behov av riskreducerande åtgärder utifrån resultat.

### 6.1 Transporter av farligt gods på väg

Resultaten från beräkningarna visar att individrisken är belägen i ALARP-området inom de närmaste 35 metrarna från vägen. Inom ALARP-området är risknivån tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. På ett avstånd större än 35 meter är individrisken att betrakta som acceptabelt låg.

Resultatet visar att samhällsrisken för nulägesalternativet, jämförelsealternativ och utbyggnadsalternativet är oacceptabelt hög.

Ett antal platsspecifika utmaningar har identifierats som påverkar riskvärderingen och arbetet med åtgärder:

- Resultatet från den kvantitativa analysen visar på höga samhällsrisknivåer redan i nulägesalternativet.
- En kombination av hög persontäthet inom 0–25 meter från väg (resenärer i kollektivtrafiken och befintlig bebyggelse), stor andel tillkommande bebyggelse inom 25–45 meter från väg och stor mängd transport av ADR-S klass 3 med konsekvensavstånd 0–45 meter.

De framtagna risknivåerna bedöms som oacceptabla utifrån riskvärderingen och därmed föreligger behov av åtgärder.

#### 6.1.1 Möjliga riskreducerande åtgärder

Utgångspunkten för vidare resonemang om åtgärder är transporter av ämnen tillhörande ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) samt den höga persontätheten nära Drottningholmsvägen i Alvik eftersom detta bidrar till att samhällsrisken är oacceptabelt hög.

Principiellt sett kan åtgärder antingen vidtas genom att:

- A. Påverka riskkällan.
- B. Påverka avståndet mellan riskkällan och det skyddsvärda.
- C. Påverka robustheten i det skyddsvärda (bebyggelsen). Robustheten kan bero på t.ex. utformning eller användning.

Att riskhantera i tidiga skeden är att föredra då det då finns större möjligheter att vidta sådana åtgärder som ger en stor effekt på riskbilden (särskilt att påverka riskkällan, avstånd eller markanvändning/exploateringsgrad, se punkt A och B). Detta underlättar möjligheten att skapa robusta säkerhetslösningar och bra förutsättningar för att kunna genomföra en god riskhantering i de enskilda detaljplanerna. Att vidta åtgärder inom ramen för utformning av bebyggelsen (punkt C) är en annan möjlighet som kan ge goda riskreducerande effekter, men som ofta innebär mindre handlingsfrihet.

I samband med att förändringar planeras i ett större område kan det också vara aktuellt att, utöver möjliga åtgärder i tillkommande bebyggelse, även titta på åtgärder i befintlig bebyggelse för att på så sätt skapa förutsättningar för att kunna nå acceptabla risknivåer i området som helhet, både i befintlig och tillkommande bebyggelse.

Identifierade åtgärder för att påverka riskkällan (punkt A):

- Påverka riskkällan genom att minska antal transporter av farligt gods på Drottningholmsvägen. Att påverka riskkällan kräver riskhantering på en mer övergripande nivå än i ett enskilt program. Att Drottningholmsvägen i översiktsplanen föreslås upphöra som primärt rekommenderat vägnät för farligt gods när Förbifart Stockholm respektive Tvärförbindelse Södertörn är färdigställda innebär att detta arbete pågår. Tunnelkategoriseringen i Norra länken och målpunkter för transporter av farligt gods i området medför dock att vissa transporter fortfarande kommer passera området år 2030, som är prognosår i denna riskbedömning.
- Påverka riskkällan genom att sänka hastigheten från 70 till 50 km/tim vilket sänker samhällsrisk, se känslighetsanalys 1.

Identifierade åtgärder för att påverka avståndet mellan riskkällan och det skyddsvärda (punkt B):

- Öka skyddsavstånd mellan riskkällan och bebyggelsen. I detta programförslag är det en förutsättning med bostäder på 25 meter från Drottningholmsvägen. Detta innebär begränsade möjligheter att påverka persontätheten.
- Minska antal exponerade personer genom att minska exploateringsgraden 0–45 meter från vägen. Genom att sänka tillfört personantal sänks samhällsrisk. Bostäder på 25 meter från Drottningholmsvägen innebär även begränsade möjligheter att påverka persontätheten.

Identifierade åtgärder för att påverka robustheten i det skyddsvärda (punkt C):

Användning:

- Påverka vilken typ av verksamhet som exponeras genom att göra förändringar i lokalisering med utgångspunkt i Länsstyrelsens riktlinjer presenterade i Avsnitt 3.1<sup>10</sup>. Länsstyrelsen anser att kommunen bör lokalisera bebyggelse enligt dessa rekommendationer för att uppnå en god samhällsplanering. Detta görs genom att styra robusta verksamheter med i de volymer som placeras närmast vägen och mer sårbara verksamheter såsom ex. bostäder och dagis längre bort, sänks samhällsrisk. I detta programförslag är det en förutsättning med bostäder på 25 meter från Drottningholmsvägen.

Utformning:

- Fasader bör utföras i lägst brandteknisk klass EI30 vilket innebär bl.a. att glas ska ha i lägst brandteknisk klass EW30.
- Fasader ska utföras i obrännbart material.
- Ej öppningsbara fönster i fasad mot Drottningholmsvägen. Fönster som behöver vara öppningsbara för att klara fönsterputsning är endast öppningsbara med nyckel/verktyg.
- Friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.
- Plan, mur eller skärm som utformas för att skydda mot värmestrålning. Skärmen ska vara tätt slutande mot mark och i tät konstruktion som inte släpper igenom värmestrålning.

En förutsättning angiven i planprogrammet är att bostäder ska placeras på 25 meters avstånd från Drottningholmsvägen, vilket påverkar åtgärder förknippade med avstånd till riskkälla och typ av användning. Små möjligheter finns att påverka riskkällan inom ramen för planprogrammet. Till följd av detta kommer därför fortsatta resonemang om åtgärder att fokusera på kvarstående åtgärdsalternativ i ovanstående lista, dvs. utformningsåtgärder från punkt C. Detta beaktas vidare

i nästa avsnitt. Samtliga utformningsåtgärder är konsekvensreducerande och begränsar effekten av de scenarier som påverkar mest, dvs. brandscenarier från främst ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor). Effekten av föreslagna åtgärder utreds vidare nedan.

### 6.1.2 Förslag på riskreducerande åtgärder

Förslag på utformningsåtgärder som bedöms lämpliga att ta med in i det kommande detaljplanearbetet redovisas nedan.

#### Befintlig bebyggelse:

- Fasader i befintliga byggnader inom 45 meter från Drottningholmsvägen bör vara i obrännbart material.
- Fönster i dessa byggnader bör ha glas utförda med lägst brandteknisk klass EW30.
- Friskluftsintag bör riktas bort från vägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

Indikation finns på att flera av ovan nämnda åtgärder redan finns i befintlig bebyggelse. En detaljerad inventering kommer dock att behöva genomföras för att säkerställa den faktiska skyddsnivån.

#### Perrong:

- Avskärma resenärer som befinner sig på perrong från Drottningholmsvägen. Att uppföra en skärm längs med mellan perrongen och Drottningholmsvägen ger ett skydd för de olycksscenarier som har korta konsekvensavstånd. Ansvar för att säkerställa en säker plattformsmiljö delas av flera parter och är en fråga som inte enbart kan hanteras i stadens planering. Dialog kring åtgärder för en säker utomhusmiljö på perrongen bör därför tas i dialog med Trafikförvaltningen och Trafikverket.

#### Tillkommande bebyggelse:

- Fasader bör utföras i lägst brandteknisk klass EI30 vilket innebär bl.a. att glas ska ha i lägst brandteknisk klass EW30.
- Ej öppningsbara fönster i fasad mot Drottningholmsvägen. Fönster som behöver vara öppningsbara för att klara fönsterputsning är endast öppningsbara med nyckel/verktyg.
- Friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

#### Utomhusmiljö:

- Områden närmast Drottningholmsvägen bör begränsas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det är viktigt att notera att trafiksäkerhet etc. kan medföra krav på andra åtgärder. Detta bör utredas vidare i samråd med stadens trafikkontor eller motsvarande.
- Områden i direkt anslutning till riskkällan bör inte exploateras på sådant sätt att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Hårda konstruktioner eller motsvarande som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon bör undvikas.
- Skydd längs vägkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan. Ett befintligt skydd finns i form av en höjdskillnad i västra delen av Alvik Östra norr om Drottningholmsvägen, se Figur 15.

## 6.1.3 Verifiering av utformningsåtgärder

Åtgärdernas skyddseffekt samt en verifiering av föreslagna åtgärder följer nedan.

### **Skyddseffekt**

Brandskyddande åtgärder har en positiv effekt för människor i byggnader vid Drottningholmsvägen och för personer som befinner sig på tunnelbaneperrongen. Den värmestrålning som orsakas vid ett brandscenario på Drottningholmsvägen kan till stor del hanteras med åtgärder i byggnaders fasader och en eventuell avskärmning mot perrong. Obrännbara fasadmateriell och takytsskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnader, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmateriell för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar inom 35 meter från väg i lägst brandteknisk klass EI30 och fönster i lägst klass EW30 görs bedömningen att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Det innebär att för de olika brandscenerierna (jet-flammar, pölbränder, bränder i brandfarligt fast materiell eller i oxiderande ämnen eller organiska peroxider), men även frätande ämnen och giftiga och smittfarliga ämnen, antas konsekvenserna begränsas till området mellan vägen och bebyggelsens närmaste fasad. För explosioner och gasspridning är den eventuella skyddseffekten av en sådan bebyggelse svårbedömd varför det konservativt antagits att ingen skyddseffekt uppkommer för sådana scenarier.

Höjdskillnad i västra delen av Alvik Östra norr om Drottningholmsvägen är en fem meter hög vall i form av klippor närmast vägkanten. Höjdskillnad norrut påverkar avståndet om 35 meter till acceptabel risk något. Åtgärder för bebyggelse placerad på ett avstånd av 25 meter bedöms fortfarande krävas.

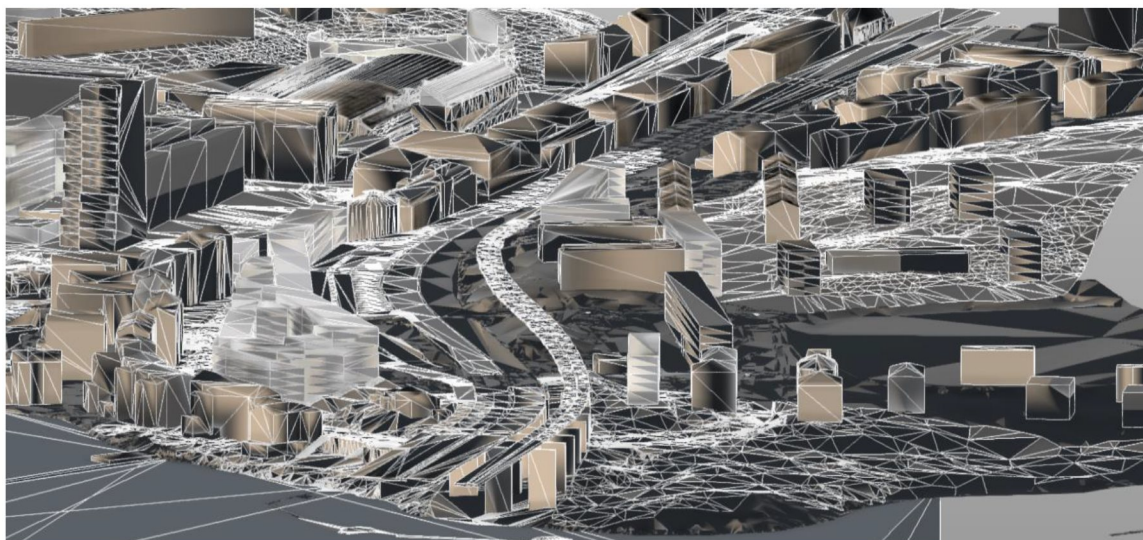


Figur 15. Höjdskillnad i västra delen av Alvik Östra norr om Drottningholmsvägen.

Effekt av åtgärder som bortvänd och avstängningsbar ventilation minskar konsekvensen för personer som vistas inomhus vid utsläpp av gaser. Åtgärdens effekt kan minska om det finns andra öppningar i fasad, som öppningsbara fönster eller dörrar. Att möjliggöra utrymning bort från riskkällan ger en effekt då personer då kan skapa ett större avstånd mellan sig själv och olyckan.



En lämpligt utformad bebyggelse kan motstå påverkan från en brand på vägen utan att brandspridning sker till byggnaden längs hela sträckorna norr och söder om Drottningholmsvägen. Bebyggelsen illustreras i Figur 16. Höjderna i bebyggelsen intill Drottningholmsvägen varierar mellan 3 och 15 meter. Denna bebyggelse kan ha en skyddseffekt för bakomliggande bebyggelse. Denna eventuella skyddseffekt är svårbedömd varför det konservativt antagits att ingen skyddseffekt uppkommer för sådana scenarier.



Figur 16. Illustration över befintlig och tillkommande bebyggelse från Tranebergsbron.

#### Befintlig bebyggelse:

Skyddseffekten för personer som befinner sig i befintliga byggnader om nämnda fasadåtgärder vidtas antas vara 80 procent, skyddseffekter bedöms alltså att vara god, men ej fullständig. Vidtas inga åtgärder antas brandspridning ske in i byggnaden och ingen skyddseffekt finnas.

#### Perrong:

Skyddseffekten för personer som befinner sig på perrong norr om nämnd skärm uppförs antas vara 80 procent. Vidtas inga åtgärder antas ingen skyddseffekt.

#### Tillkommande bebyggelse:

Personer som vistas inomhus kommer i stort sett klara sig om föreslagna fasadåtgärder vidtas. Skyddseffekten är för personer som befinner sig i tillkommande byggnader om nämnda fasadåtgärder vidtas antas vara 80 procent.

#### Utomhusmiljö:

Redovisade åtgärder för utomhusmiljön är en förutsättning för genomförda beräkningarna och bör således vidtas. Effekten av att inte vidta dessa åtgärder har inte uppskattats inom ramen för denna riskbedömning.

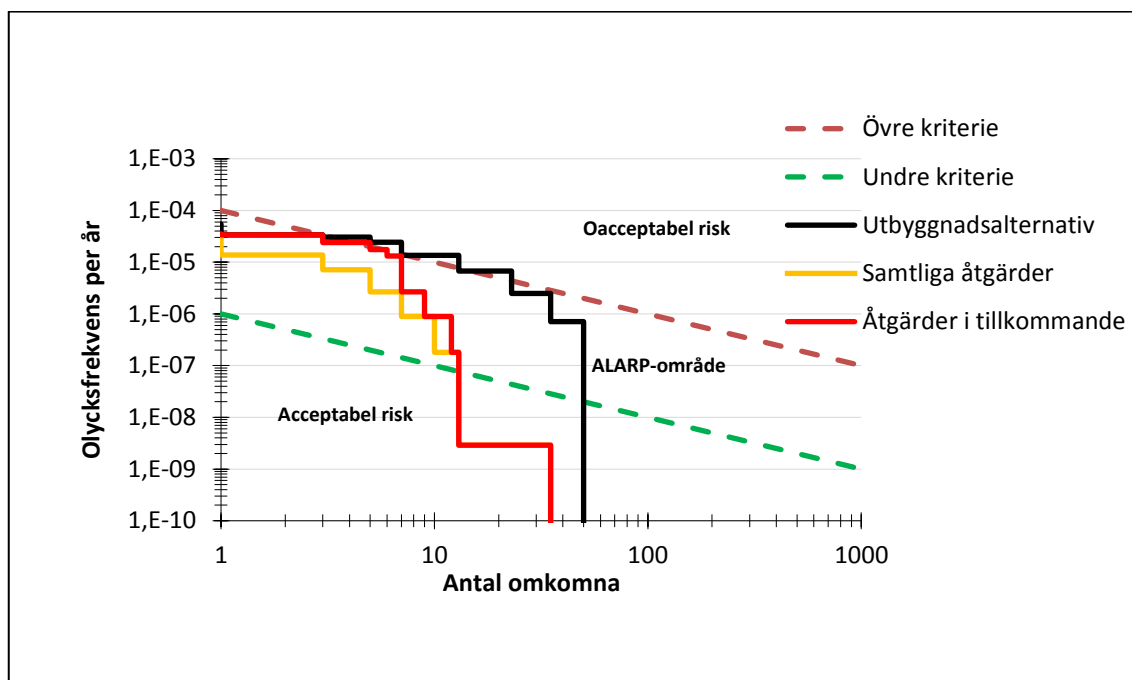
#### **Resultat**

Om föreslagna åtgärder vidtas inom 35 meter från Drottningholmsvägen, med antagen skyddseffekt enligt resonemang förda i föregående avsnitt, illustreras effekten för samhällsriskerna nedan.



Verifieringen av åtgärderna genomförs endast för samhällsriskerna då den i utbyggnadsalternativet är oacceptabelt hög. Föreslagna utformningsåtgärder har även en effekt på individrisken.

Åtgärder avseende utbyggnadsalternativ redovisas i Figur 17.



Figur 17. Samhällsrisk beräknad med avseende på åtgärders effekt på utbyggnadsalternativ.

Resultaten visar att då åtgärder endast vidtas i de tillkommande byggnaderna reduceras samhällsriskerna relativt mycket avseende olyckor med fler än 10 döda, medan reduktionen för händelser med få antal omkomna är liten (se kurvan "Åtgärder i tillkommande" i figuren). Detta eftersom det beaktade området (kvadratkilometern) är större än enbart program Alvik Östra, samt innefattar befintlig persontäthet. Samhällsriskkurvan förblir i det övre delen av ALARP-området samt i området för oacceptabelt hög risk.

För att reducera samhällsriskerna så att den inte når till en oacceptabelt hög nivå bedöms det inte bara krävas åtgärder i tillkommande bebyggelse utan även i befintlig bebyggelse samt avseende resenärer på perrong. Detta representeras av kurvan "Samtliga åtgärder" i figuren ovan.

## 6.2 Spårbunden trafik - Tvärbanan

Riskenivån intill Tvärbanan längs den sträcka som löper från perrongen på Alviks strands station och urspårningsräler i bro kommer att vara belägen i ALARP-området, där riskenivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. Detta till följd av lutningen som finns direkt intill spåret ned mot planerade byggnader längs sträckan.

Riskenivån kräver åtgärd längs aktuell sträcka mellan perrong vid Alviks strand och befintlig skyddsräl i bro.

Åtgärder som kan används för att skydda bebyggelse är följande:

- Mur som kan hantera lasterna från ett urspårande tåg.
- Förstärkning av stomme i byggnad som kan hantera lasterna från ett urspårande tåg.
- Skyddsräl som är ett urspårningsskydd som reducerar sannolikheten för att den urspårade vagnen skall hamna utanför spårområdet. Det är en åtgärd som inte kan regleras i detaljplanen då den är utanför programområdet. Det aktuella området tillhör SL:s anläggning.

Vilka laster en mur eller förstärkt stomme behöver hantera regleras i BFS 2015:6 EKS 10<sup>28</sup> som styr bland annat SS-EN 1991:1-7:2006 Olyckslaster<sup>28</sup>. Där anges principer och råd för bestämning av olyckslaster vid dimensionering av byggnader och omfattar bland annat påkörningslaster från tåg.

## 6.3 Ställningstaganden kring åtgärder

Stockholms stad har det övergripande ansvaret för människors hälsa och säkerhet. Staden har också möjlighet att göra avvägningar mellan olika intressen och genomförd riskbedömning ska mot bakgrund av det ses som ett underlag för Stockholms stads beslutsfattande. Om riskreduktion inte bedöms försvarbar ur ett kostnads/nyttoperspektiv eller praktisk genomförbar har Stockholms stad vid godkännande av planprogrammet möjlighet att acceptera den ökning av samhälls-risk som exploateringen bidrar med. Såväl avvägningar och bedömning av åtgärders rimlighet bör dock göras utifrån aktuella riskenivåer, med ambitionen att tillgodose lämplig markanvändning avseende människors hälsa och säkerhet.

## 7 Slutsatser

Genomförd kvantitativ analys visar på att individrisken är belägen i ALARP-området (där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas) inom de närmaste 35 metrarna från vägen och acceptabelt låg på större avstånd. Resultatet visar att samhällsriskerna för utbyggnadsalternativet är oacceptabelt höga. Samhällsriskerna är redan utan tillkommande exploatering, dvs. i nulägesalternativet och jämförelsealternativet, belägen i området för oacceptabel risk. Detta då det redan i dag finns ett flertal byggnader och en perrong nära vägen, vilket medför utmaningar vid ytterligare exploatering i området.

Transporter av ämnen tillhörande ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) samt den höga persontätheten nära Drottningholmsvägen i Alvik bedöms vara det som är huvudsaken till den oacceptabelt höga samhällsriskerna.

Principiellt sett kan åtgärder antingen vidtas genom att påverka riskkällan, påverka avståndet mellan riskkällan och det skyddsvärda, eller slutligen genom att påverka robustheten i det skyddsvärda. Robustheten kan bero på t.ex. utformning eller användning. En förutsättning angiven i planprogrammet är att bostäder ska placeras på 25 meters avstånd från Drottningholmsvägen, vilket påverkar åtgärder förknippade med avstånd till riskkälla och typ av användning. Små möjligheter finns att påverka riskkällan inom ramen för planprogrammet. Resonemang kring åtgärder har därför fokuserats på utformningsåtgärder.

Möjliga utformningsåtgärder i tillkommande bebyggelse, befintlig bebyggelse och för resenärer på perrong har utretts vidare. Detta för att utreda förutsättningarna för att kunna undvika oacceptabla risknivåer i området som helhet, både i befintlig och tillkommande bebyggelse. Resultaten visar att det för att reducera samhällsriskerna från en oacceptabelt hög nivå till en risknivå belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas, bedöms det inte bara krävas åtgärder i tillkommande bebyggelse utan även i befintlig bebyggelse samt för resenärer på perrong. Rimliga utformningsåtgärder redovisas i rapporten i Avsnitt 6.1.2.

Gällande urspårningsrisk inom programområdet bedöms det krävas vidare hantering längs Tvärbanans sträckning mellan perrongen vid Alviks strand och befintlig skyddsrikt i bro. Detta då individrisken utmed denna sträcka är förhöjd inom områden där tillkommande bebyggelse planeras. Åtgärder i form av skyddsrikt, mur eller förstärkning av byggnad bedöms krävas för att nå en acceptabel risknivå.

## 8 Referenslista

- <sup>1</sup> SSBF (2014). PM Riskidentifiering Alvik, upprättad av SSBF 2014-12-18.
- <sup>2</sup> Plan- och bygglag (2010:900)
- <sup>3</sup> Miljöbalk (1998:808)
- <sup>4</sup> Länsstyrelsen (2017) *Länsstyrelsens WebbGIS*, [Elektronisk], från: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>, 2017-09-08.
- <sup>5</sup> Stockholm Stad (2107). Stockholm växer, Alvik. Hämtat från: <http://vaxer.stockholm.se/globalassets/omraden/bromma-stadsdelsomrade/alvik/>, 2017-09-29.
- <sup>6</sup> Plan- och bygglag (2010:900)
- <sup>7</sup> Miljöbalk (1998:808)
- <sup>8</sup> Länsstyrelsen (2017) *Länsstyrelsens WebbGIS*, [Elektronisk], från: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>, 2017-09-08.
- <sup>9</sup> Stockholms stad (2013). Stadsutvecklingsanalys Alvik 2013-02-01, Landskapslaget AB.
- <sup>10</sup> Länsstyrelsen Stockholms län (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods. Löpnummer: Fakta 2016:4.*
- <sup>11</sup> Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* Faktablad 2006:000.
- <sup>12</sup> SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer.* Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- <sup>13</sup> Länsstyrelsen i Stockholms län (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill väg och järnväg för transport av farligt gods samt intill bensinstationer.* Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- <sup>14</sup> Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor
- <sup>15</sup> Trafikanalys (2015). *Omräkning av årstabeller 2012-2014 i lastbilstrafiken.* Stockholm: Trafikanalys.
- <sup>16</sup> Trafikanalys (2016 & 2017). Lastbilstrafik 2015 och 2016 helår. Stockholm: Trafikanalys.
- <sup>17</sup> WSP (2016). Analyser av transporter med farligt gods, Mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015. WSP, 2016-04-27.
- <sup>18</sup> WSP (2017). Transporter med farligt gods. Fördjupade analyser av mätningar utförda i Stockholm under oktober 2015. WSP, 2017-05-29.
- <sup>19</sup> Brandskyddslaget (2011). Inledande riskbedömning kv. Akka m.fl., upprättad av Brandskyddslaget 2011-11-01
- <sup>20</sup> WSP (2011). Riskbedömning Tranebergsängen, upprättad av WSP 2011-04-11.
- <sup>21</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk.* FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>22</sup> Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport.* Karlstad: Räddningsverket.
- <sup>23</sup> SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering.* Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.

- 
- <sup>24</sup> Trafikverket (2018). E4 Förbifart Stockholm. <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Stockholm/projekt-i-stockholms-lan/Forbifart-stockholm/>, 2018-02-07.
- <sup>25</sup> Trafikverket (2016). Tvärförbindelse Södertörn – Huddinge, Haninge och Botkyrka kommun, Stockholms län. Vägplan – Val av lokaliseringalternativ, 2016-11-21, Samrådsredogörelse. Projektnummer: 145326.
- <sup>26</sup> SWECO (2017). Trafikprognos 2030 Alvik för JA och UA8. Johanna Johansson, Trafikanalytiker, SWECO, mail 2017-10-18 och 2017-10-24.
- <sup>27</sup> Stockholm stad (2017). Trafikflöden program för östra Alvik. Sammanställd 2017-12-14.
- <sup>28</sup> UIC CODE 777-2 (2002). Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone. International Union of Railways, Version 2, September 2002.
- <sup>29</sup> NLR (2015). Third party risk assessment Bromma Stockholm Airport. NLR, 2015.
- <sup>30</sup> Sjöfartsverkets författningssamling 2013:4. *Sjöfartsverkets tillkännagivande av register över allmänna farleder och allmänna hamnar*.
- <sup>31</sup> Sjöfartsverket (2017) Trafikflödesstatistik fartyg, <http://www.sjofartsverket.se/sv/Sjofart/Sjotrafikinformation/Trafikflodesstatistik-fartyg/>, 2017-11-08.
- <sup>32</sup> VTS Sjöfartsverket Södertälje (2017). Telefonsamtal VTS operatör, Pande Gogov, 2017-11-07.
- <sup>33</sup> Green City Ferries (2017). Tidtabell pendelbåt 2017, <http://www.greencityferries.com/dev/wp-content/uploads/2017/06/Tidtabell-pendelbat-2017.pdf>
- <sup>34</sup> Green City Ferries (2017). Movitz, <http://www.greencityferries.com/demofleet/movitz/>, 2017-11-07.
- <sup>35</sup> Transportstyrelsen (2012). *Sammanställning av rapporterade fartygsolyckor och tillbud samt personolyckor i svenska handels- och fiskefartyg år 2011*.
- <sup>36</sup> Ramböll (2007). Riskanalys för påsegling – Finnboda hamn, Nacka kommun. Ramböll, Göteborg, 2007-01-31.
- <sup>37</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>38</sup> Trafikverket (2010) *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. Rev B 2011-05-01
- <sup>39</sup> SWECO (2017). Uppmätt trafik Alvik. Johanna Johansson, Trafikanalytiker, SWECO, mail 2017-10-18.
- <sup>40</sup> Stockholm stad (2017). Statistikkartor Alvik, 2017-04-06.



## Bilaga A Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods

I denna bilaga presenteras de olycksscenarier som kan förekomma i olyckor vid transport av farligt gods i Tabell 2 nedan.

**Tabell 2. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur<sup>1,2,3</sup>.**

ADR-S klass	Beskrivning
<b>1 - Explosiva ämnen och föremål</b>	Explosioner till följd av olyckor med ADR-klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratala meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
<b>2 – Gaser</b>	Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnexplosion. Gasmolnexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratala meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratala meter.
<b>3 – Brandfarliga vätskor</b>	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotala meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
<b>4 – Brandfarliga fasta ämnen</b>	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
<b>5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider</b>	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.
<b>6 – Giftiga och smittfarliga ämnen</b>	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
<b>7 – Radioaktiva ämnen</b>	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.
<b>8 – Frätande ämnen</b>	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
<b>9 – Övriga farliga ämnen</b>	Ett vanligt exempel på ADR-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

## Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods 1 – indata och metod

I denna bilaga beskrivs inledande metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts. För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarier som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik, se Bilaga C. Resultaten redovisas i rapportdelen. För beräkningar av hur ofta olyckor med farligt gods förväntas inträffa används den metod som presenteras i *Farligt gods – riskbedömningar vid transport*<sup>4</sup>. För den aktuella vägen presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade från denna rapport.

Viktiga indata till beräkningar för Drottningholmsvägen utöver de redovisade i rapporten presenteras i Tabell 3 nedan.

**Tabell 3. Indata till frekvensberäkningar för Drottningholmsvägen.**

Variabel	Alvik Östra	Känslighetsanalys 2
Hastighet [km/h]	70 km/h	50 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km	1 km
Bebyggelsemiljö <sup>4</sup>	Tätort	Tätort
Gatu-/vägtyp <sup>4</sup>	Gata/väg	Gata/väg
Olyckskvot [-] <sup>4</sup>	0,6	1,5
Andel singelolyckor [-] <sup>4</sup>	0,3	0,1
Index för farligt gods olycka [-] <sup>4</sup>	0,13	0,02

Mätningarna och det nationella genomsnittet för antal transporter samt fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2012 och 2016<sup>15,16</sup> redovisas i Tabell 4 samt Tabell 5.

**Tabell 4. Antal transporter med farligt gods på Drottningholmsvägen genom Alvik Östra.**

Variabel	Mätningar	Nationellt snitt
Antal fordon med farligt gods [antal/dygn]	32	129

**Tabell 5. Fördelning av transporter med farligt gods som nyttjas i beräkningarna.**

ADR-S klass*	Mätningar (Fördelning [%])	Nationellt snitt (Fördelning [%])
1	-	0,72
2.1	-	6,69
2.2	-	21,57
2.3	-	0,04
3	49,62	47,80
4	12	1,08
5	6	2,36
6	6	4,31

7	6	0,28
8	-	12,77
9	6	2,60
<b>Totalt</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* Se Bilaga A för betydelse av respektive klass av farligt gods.

## Mätningar

Utifrån platsspecifika farligt gods siffror från mätningar<sup>17</sup> och en fördjupad analys<sup>18</sup> transporteras följande ämnen: 1202 dieselbränsle (ADR-S klass 3), 1203 bensin (ADR-S klass 3), 1863 flygfotogen (ADR-S klass 3), övrigt (ADR-S klass 9) och styckegods<sup>18</sup>. ADR-skylten kan antingen vara onummerad eller numrerad. En tom ADR-skylt fram på lastbilen betyder att lastbilen har styckegods eller flera laster. Lastbilen ska då även ha ADR-skyltar på sidan av lastbilen för varje gods. Om inga ADR-skyltar på sidan har registrerats så har godset kategoriserat som ”Styckegods: endast tom ADR-skylt fram” i mätningarna.

Tabell 6. Antal passager på Drottningholmsvägen.

	Antal passager på 29 dagar	Andel av totala passager
<b>Dieselbränsle</b>	230	25
<b>Bensin</b>	87	9
<b>Flygfotogen</b>	146	16
<b>Övrigt</b>	89	10
<b>Styckegods</b>	381	41
	<b>933</b>	<b>100%</b>

\*Inga transporter med metan eller naturgas registrerades i mätningarna.

Styckegods transporteras om max 1000 kg. Styckegods med ADR-S klass 1, ADR-S klass 7 och tankfordon måste märkas på sidorna vilket inte krävs för övriga klasser. Container med ADR-S klass 2, 3, 4, 5, 6, 8 och 9 behöver ingen etikett på sidorna. Eftersom transporterna i mätningar saknar märkning kan styckegodset antas vara av ADR-S klass 2, 3, 4, 5, 6, 8 och 9.

Transporter med ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser) på styckegods sker om max 1000 kg och kan då antas ske i flaskor och inte på tank. Olyckor med brandfarliga gaser som transporteras på flaska kan leda till samma olycksförlopp som vid transport i tank (jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE). Konsekvensavstånden för olycksförloppen med flaska bedöms dock bli betydligt kortare då varje individuell flaska innehåller en mindre mängd gas. Även då flera flaskor involveras i ett olycksförlopp bedöms konsekvensavstånden inte vara jämförbara med ett olycksförlopp med tanktransport, utan antas snarare jämförbara med den påverkan som uppkommer vid olyckor med brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3, Bilaga D, Figur 30). Det innebär att dessa olyckor antas ha ett konsekvensavstånd på upp till 45 meter.

Styckegodset fördelas därmed på ADR-S klass 3, 4, 5, 6, 8 och 9 och klass 2 antas ha konsekvensavstånd i enlighet med klass 3. Mätningarna för transporter av farligt gods som går på Drottningholmsvägen redovisas bredvid det nationella snittet i Tabell 5.

## Omledningsvägnät för tunnelkategorisering Norra länken

Enligt bestämmelserna i ADR-S ska tunnlar tilldelas så kallade tunnelkategorier<sup>5</sup>. Tunnelkategorierna anger vilka typer av farligt gods som är förbjudna för passage.

Kategoriseringen baseras på riskerna vid explosion, utsläpp av giftig gas eller flyktig giftig vätska och brand. Det finns fem olika tunnelkategorier: A, B, C, D och E. I Sverige är länsstyrelserna

ansvariga för att ange vilka tunnelkategorier som gäller för tunnlar på deras territorium. Tunnelkategori A innebär att restriktioner saknas och att alla typer av farligt gods får passera. Kategorierna B till E indikerar en stigande grad av restriktioner, där tunnelkategori E innebär totalförbud mot transport av farligt gods med märkningspliktiga fordon, det vill säga fordon som ska vara försedda med orangefärgade skyltar eller med märkningen för begränsad mängd.

Länsstyrelsens lokala föreskrift<sup>6</sup> om transport av farligt gods i del av tunneln Norra länken gör gällande att transporter i Gärdestunneln (norr-/södergående) tillhör tunnelkategori B, undantaget att ADR-S klass 2 (gas) transporter får gå i tunneln. Restriktionen är för transport av farligt gods som kan leda till en mycket stor explosion, där bedömningen är grundad på godsets inneboende farliga egenskaper, typ av inneslutning och transporterad volym. Följande transporter av farligt gods är förbjudna:

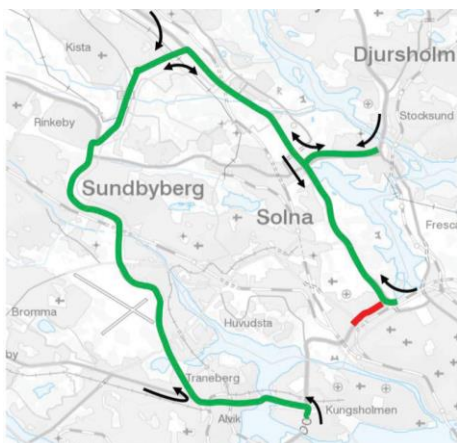
- Klass 1: Samhanteringsgrupp A och L;
- Klass 3: Klassificeringskod D (UN 1204, 2059, 3064, 3343, 3357 och 3379);
- Klass 4.1: Klassificeringskoderna D och DT, samt Självreaktiva ämnen, typ B (UN 3221, 3222, 3231 och 3232);
- Klass 5.2: Organiska peroxider, typ B (UN 3101, 3102, 3111 och 3112).

Om den totala nettovikten av explosiva ämnen och föremål per transportenhet överstiger 1 ton:

- Klass 1: Riskgrupp 1.1, 1.2 och 1.5 (utom samhanteringsgrupp A och L).

Konsekvensen av tunnelkategoriseringen är att dessa transporter istället i dagsläget måste gå på Drottningholmsvägen förbi programområdet se Figur 18. Förbudet omfattar ett totalt förbud av ett 15-tal olika specifika ämnen så som nitroglycerin, en del sprängämnen samt organiska peroxider, samt vissa ämnen som transporteras i tank. Dessa är enstaka specifika ämnen som är väldigt ovanliga överlag inne i Stockholms tätort och om de transporteras så görs detta i mindre mängder. Samtidigt är konsekvenserna av en eventuell explosion i en tunnel betydligt mycket större än på vägnätet vilket är den största bidragande faktorn till att de har förbjudits i tunneln.

Den mest frekvent transporterade ämneskategorin som omfattas av en tunnelkategori B är vissa ADR-S klass 2 (gas) transporter, dessa är undantagna och får transporteras i Gärdestunneln och behöver således inte gå förbi programområdet Alvik Östra.



**Figur 18 Omledningsvägnät för transporter kring Norra station. Röd indikering anger förbuds zon enligt Tunnelkategori B med undantag för transporter med ADR-S klass 2 (gaser)<sup>7</sup>.**

I Länsstyrelsens konsekvensanalys till tunnelkategoriseringen<sup>7</sup> framgår att endast en mycket liten del av den totala transporterade mängden farligt gods på sträckan berörs av ett förbud, detta då ADR-S klass 2 (gaser) tillåts. De transporter som eventuellt kommer att omledas till Drottningholmsvägen till följd av tunnelkategoriseringen är trafiken norr-/södergående vid E4 norra station. Dessa transporter bedöms rymmas inom de antaganden kring ett nationellt genomsnitt för andel farligt gods och fördelning mellan farligt gods som genomförs i känslighetsanalys 1, se Avsnitt 5.1.4.



## Bilaga C Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods 2 – Händelseträdsmetodik

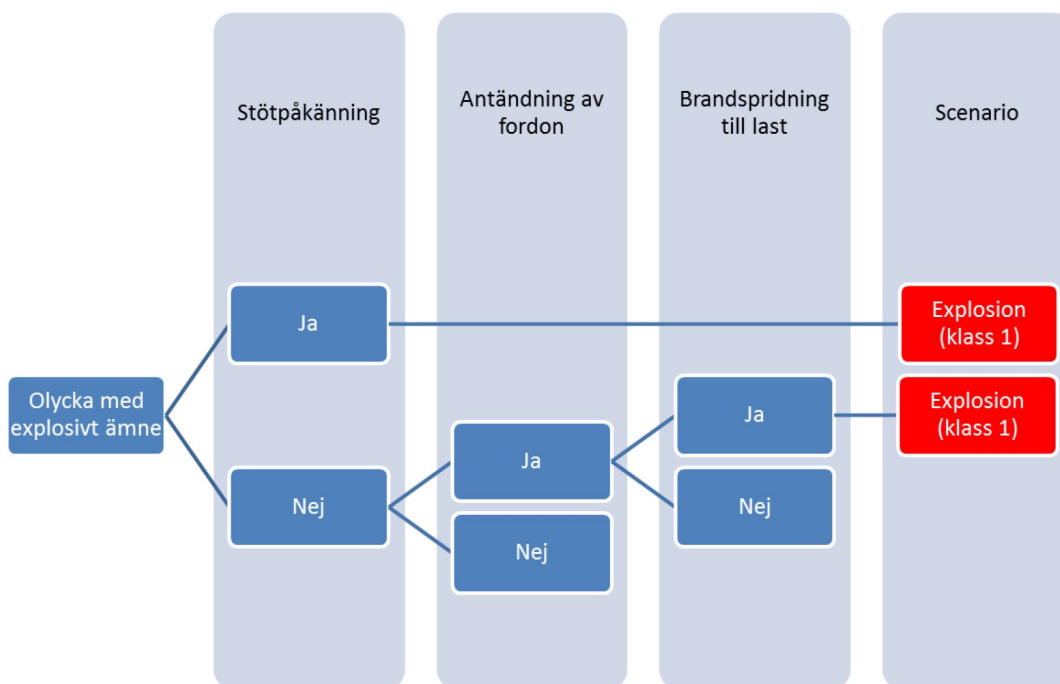
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I avsnitten nedan presenteras händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

### Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)

För att en olycka som involverar explosiva ämnen ska leda till en explosion krävs att det transporterade godset påverkas (genom t.ex. en kraftig stöt eller brand).

Ett jämförelsevärde att förhålla sig till gällande stötpåkänning angavs av HMSO<sup>8</sup> baserat på brittiska data från 1950–1990. Där var sannolikheten för en stötinitierad detonation till följd av en kollision mindre än 0,2 %. Med hänsyn till utvecklingen inom trafiksäkerhet och fordonskonstruktion som skett sedan det statistiska underlaget, bedöms det vara konservativt att använda en halverad sannolikhet på 0,1 % för att en kollision leder till en stötinitierad detonation.

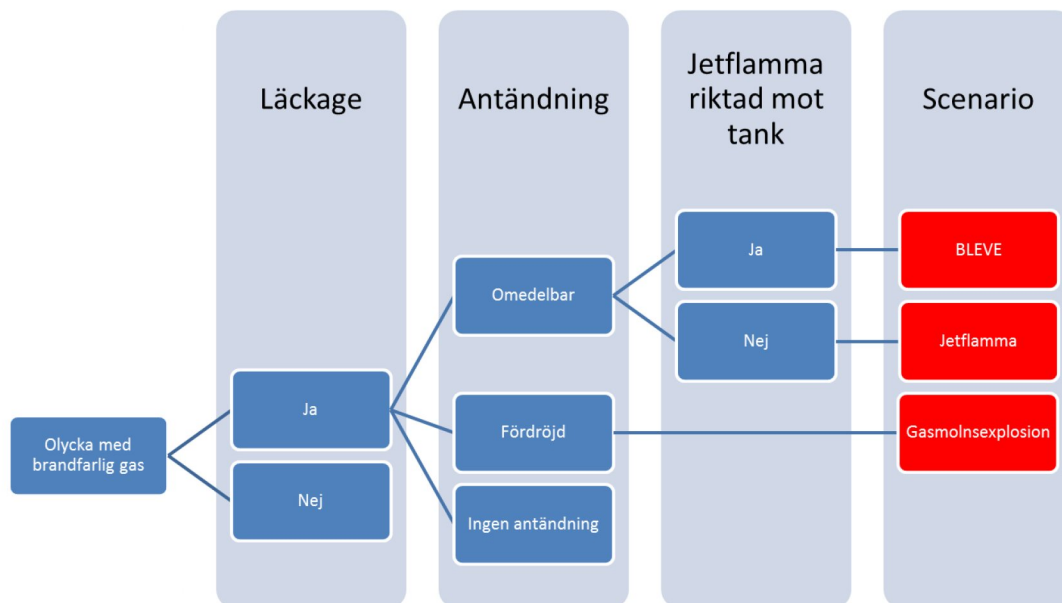
Svensk statistik visar på att sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna är cirka 0,4 %<sup>9</sup>. Vidare antas (som i Göteborgs fördjupade översiktsplan<sup>2</sup>), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.



Figur 19. Händelseträd för olyckor med explosivt ämne.

### Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som: jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 20.



Figur 20. Händelseträd för olyckor med brandfarlig gas.

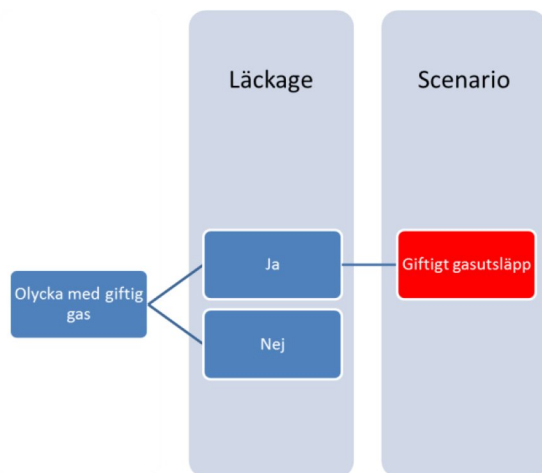
Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*<sup>10</sup>. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i den rapporten för ”Litet utsläpp” respektive ”Stort utsläpp”:

- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

### Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)

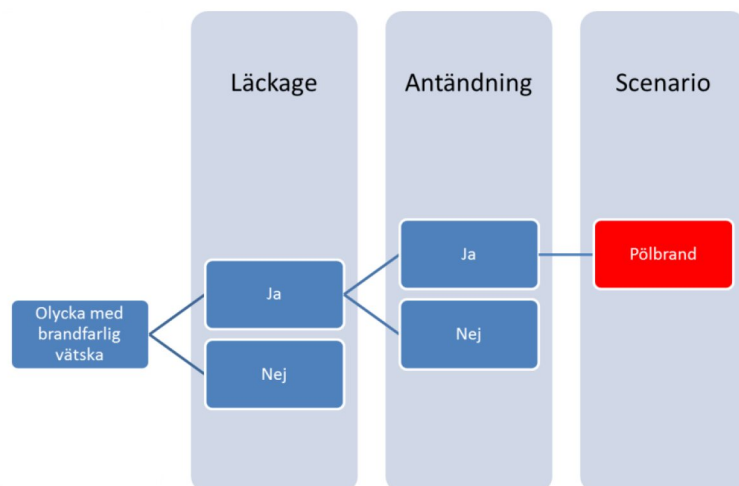
Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet, och hur långt det når, beror bland annat på läckagets storlek och vilket utflöde av gas som uppkommer. Sannolikheten för läckage från gas-tanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>.



Figur 21. Händelseträd för olycka med giftig gas.

## Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

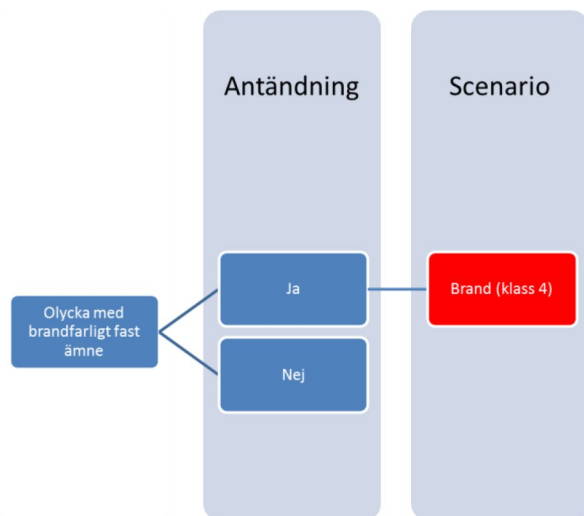
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 3 och Figur 22). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)⁸. Händelseträdets i Figur 22 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 22. Händelseträd för olyckor med brandfarlig vätska.

## Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Olyckor med brandfarliga fasta ämnen kan påverka omgivningen om det sker en antändning, vilket kan resultera i en kraftig brand även om inget läckage uppstått. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett antas likt tidigare utifrån svensk statistik vara 0,4 %⁹. Förenklat antas alla sådana bränder leda till att de transporterade brandfarliga fasta ämnena deltar i branden.



Figur 23. Händelseträd för olycka med brandfarligt fast ämne.

## Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

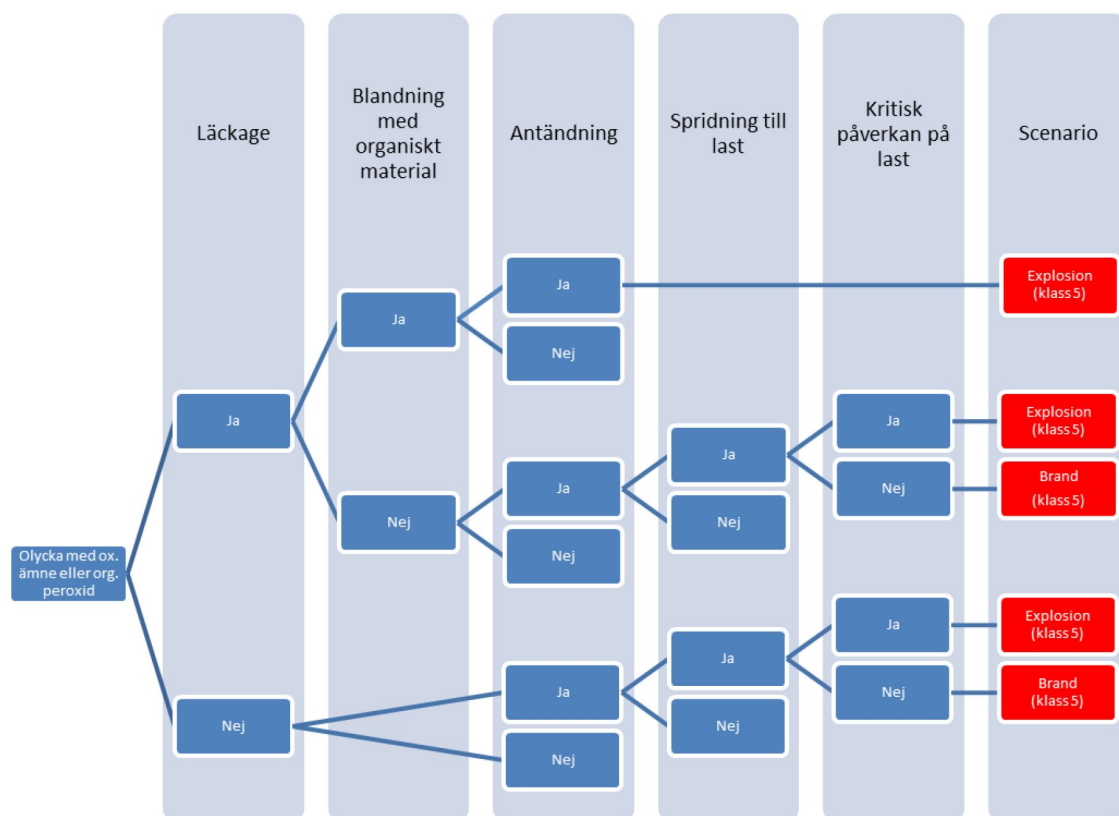
Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om någon blandning med organiskt material inte skett.

Ammoniumnitrat är vid transport uppvärmt till cirka 135°C, då ämnet är flytande med relativt hög densitet (27 m<sup>3</sup> väger cirka 40 ton).

Sannolikheten för läckage antas vara samma som för gastankar enligt ovan (1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>4</sup>). Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av ADR-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis ADR-S klass 3 (flytande organiskt material), och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 50 %<sup>11</sup>. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas vara jämförbar med sannolikheten för antändning av ett utsläpp av brandfarlig vätska (3,3 %<sup>8</sup>). En sådan antändning antas resultera i en explosion.

Sannolikheten för antändning som följer en olycka med läckage men utan blandning uppskattas på samma sätt som för antändning av fordon ovan till 0,4 %<sup>9</sup>. Sannolikheten för att den då uppkomna branden ska sprida sig till att påverka lasten uppskattas grovt till 50 %<sup>8</sup>. För att en brand som spridit sig och påverkar lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190°C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönderfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas<sup>12</sup>. Olycksstatistik för olyckor med ADR-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1–16 timmar innan detonation. Grovt antas hälften av dessa bränder leda till en sådan kraftig påverkan att en detonation (explosion) uppkommer (50 %). Detta gäller för de fall där ett utsläpp av ADR-S klass 5 också inträffat och en kraftig brand antas uppstå kring lastbilen. I de fall något utsläpp inte inträffat bedöms det grovt vara hälften så sannolikt att en brandpåverkan skulle leda till en explosion (25 %). De bränder som inte leder till någon

explosion antas i modellen ändå påverka omgivningen med värmestrålning och brandgaser i en omfattning som är jämförbar med en pölbrand (ADR-S klass 3).

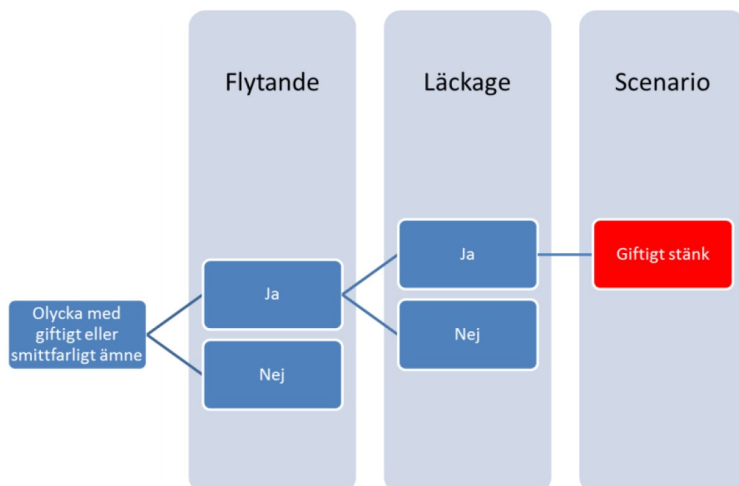


Figur 24. Händelseträd för olycka med oxiderande ämne eller organisk peroxid.

## Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

Skador på människor till följd av olyckor med giftiga eller smittfarliga ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk från ämnet hamnar. Det innebär att det endast är i flytande form som ämnena kan medföra en akut påverkan på människor i omgivningen. Uppgifter<sup>11</sup> gör gällande att omkring 23 % av den transporterade mängden ADR-S klass 6 utgörs av flytande ämnen. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 3 och Figur 25).





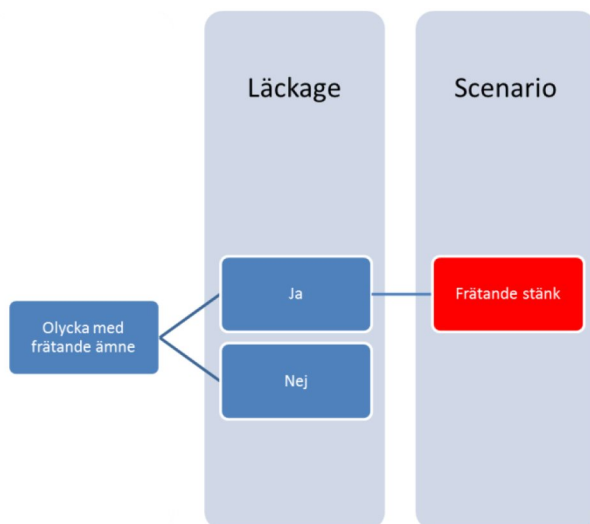
Figur 25. Händelseträd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

## Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen beaktas enligt ovan (Tabell 2) inte i denna riskbedömning.

## Frätande ämnen (ADR-S klass 8)

Skador på människor till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk eller iväg kastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 3 och Figur 26).



Figur 26. Händelseträd för olyckor med frätande ämnen.

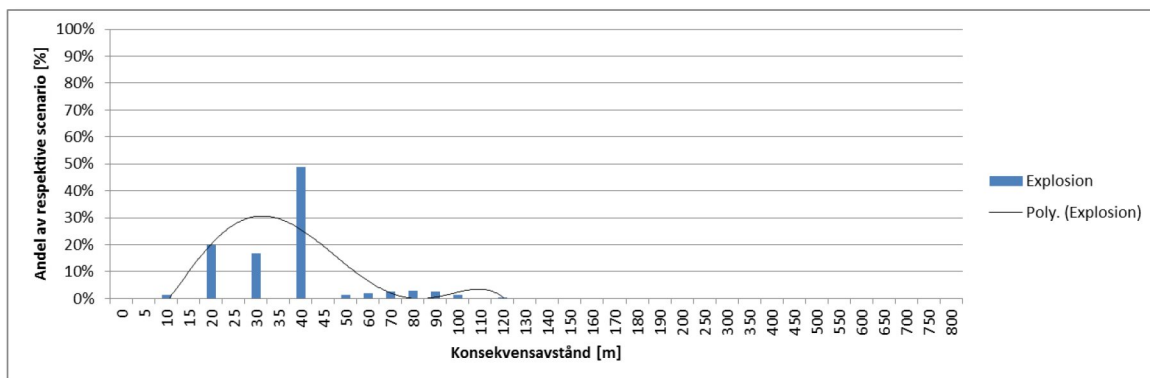
## Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Beaktas (enligt Tabell 2) inte i denna riskbedömning.

## Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

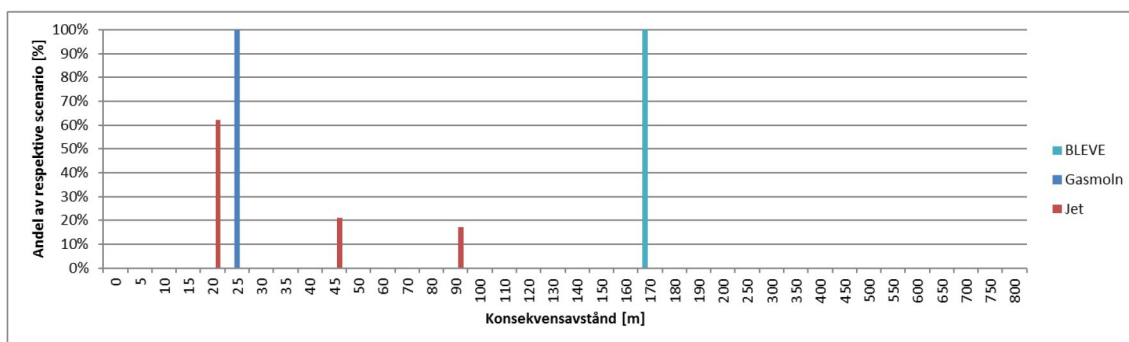
I denna bilaga beskrivs metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts avseende konsekvenser av de identifierade olycksscenarierna. Resultaten redovisas i rapportdelen.

Konsekvenserna av de identifierade typerna av olycksförlopp har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*<sup>1</sup> (RIKTSAM). Nedanstående fördelningar är anpassade utifrån resultaten däri. Med konsekvensavstånd menas här det avstånd inom vilket människor förväntas omkomma till följd av påverkan från olycksförloppet (exempelvis genom värmestrålning, tryckpåverkan eller toxicitet – beroende på olyckans karaktär).

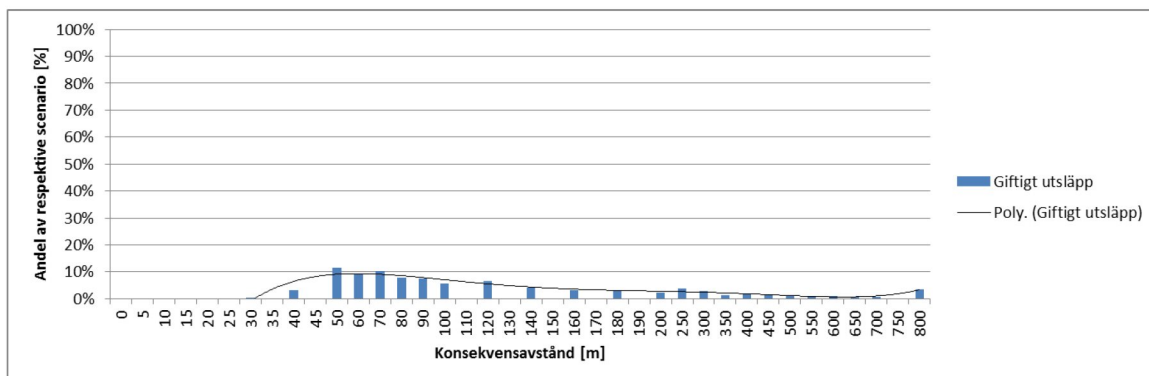


Figur 27. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för explosion (ADR-S klass 1). Kurvan "Poly. (Antagen fördelning)" visar en trendlinje som endast inkluderats för visualisering av fördelningen.

Avseende olyckor med brandfarlig gas används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan<sup>13</sup>, se Figur 28.

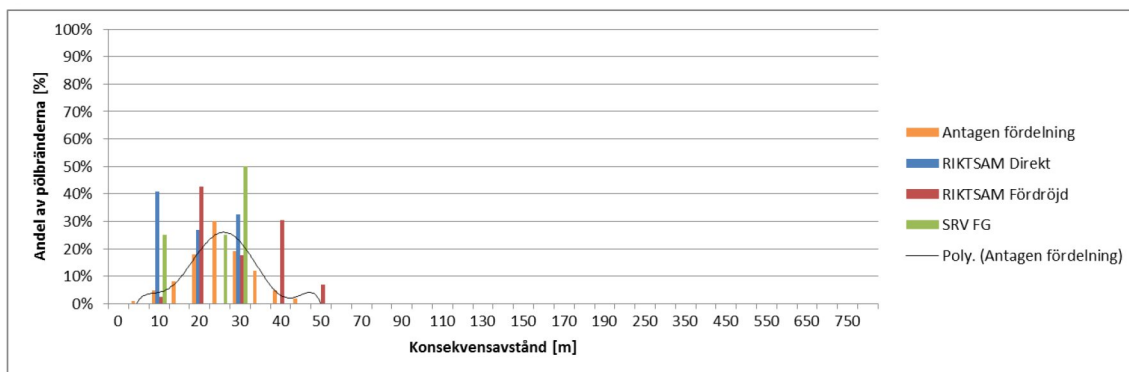


Figur 28. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

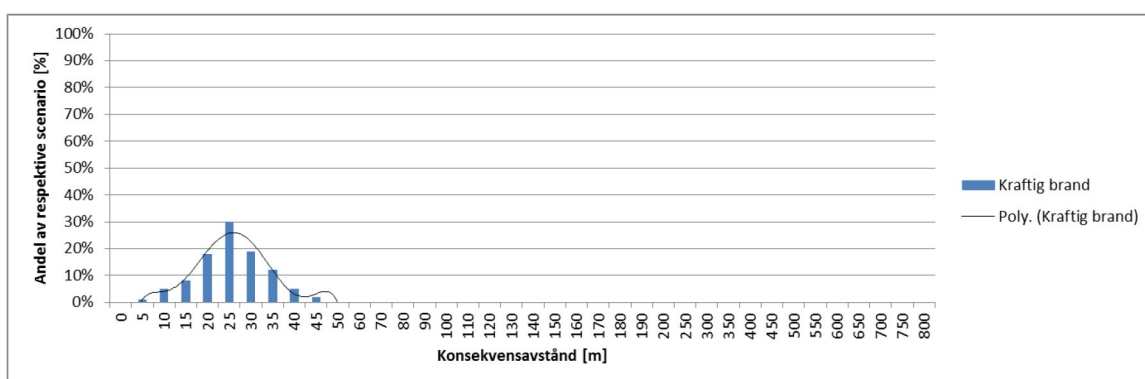


Figur 29. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas (ADR-S klass 2.3).

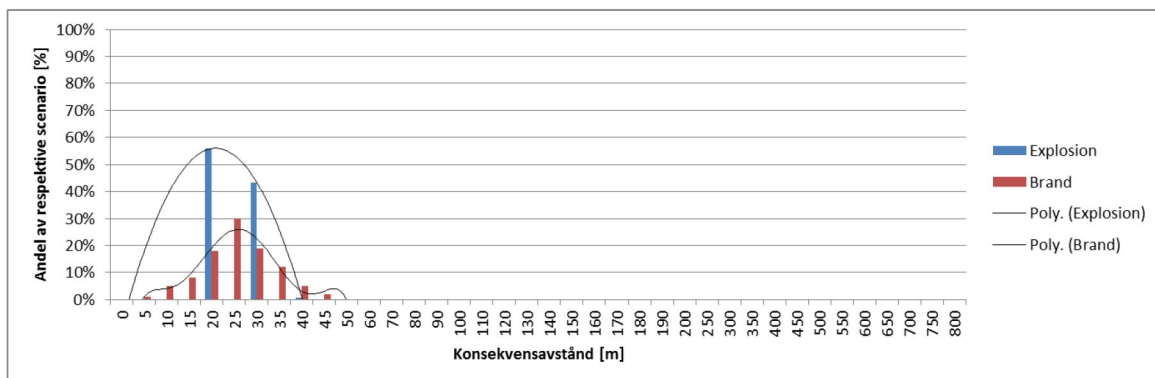
För pölbränder (olyckor med ADR-S klass 3) har även gjorts en jämförande studie av andra tillämpade strålningsberäkningar<sup>4</sup>. Resultatet presenteras i Figur 30.



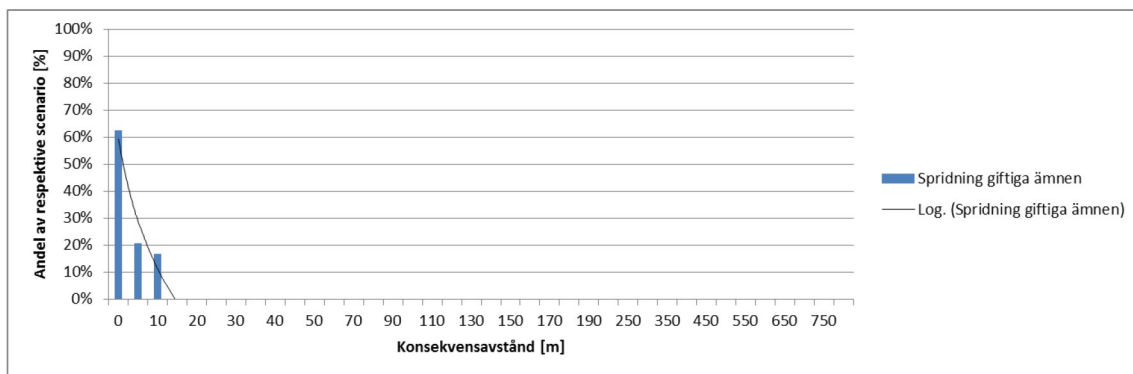
Figur 30. Olika använda fördelningar för konsekvensavståndet vid pölbränder (ADR-S klass 3). Den fördelning som används i denna riskbedömning kallas i figuren för "Antagen fördelning" (orange färg).



Figur 31. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid brand i brandfarligt fast ämne (ADR-S klass 4).

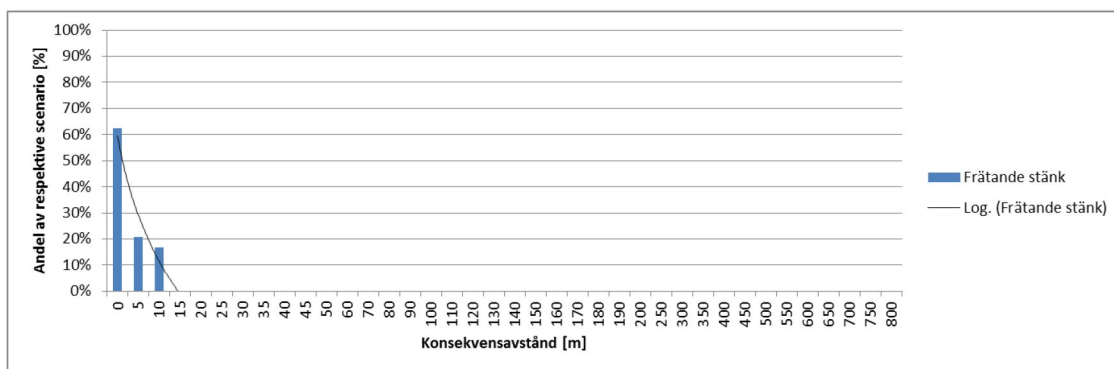


Figur 32. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid brand i brandfarligt fast ämne (ADR-S klass 5).



Figur 33. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6).

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.



Figur 34. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med frätande ämne (ADR-S klass 8).

Övriga farliga ämnen (ADR-S klass 9) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

## Bilaga E Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods

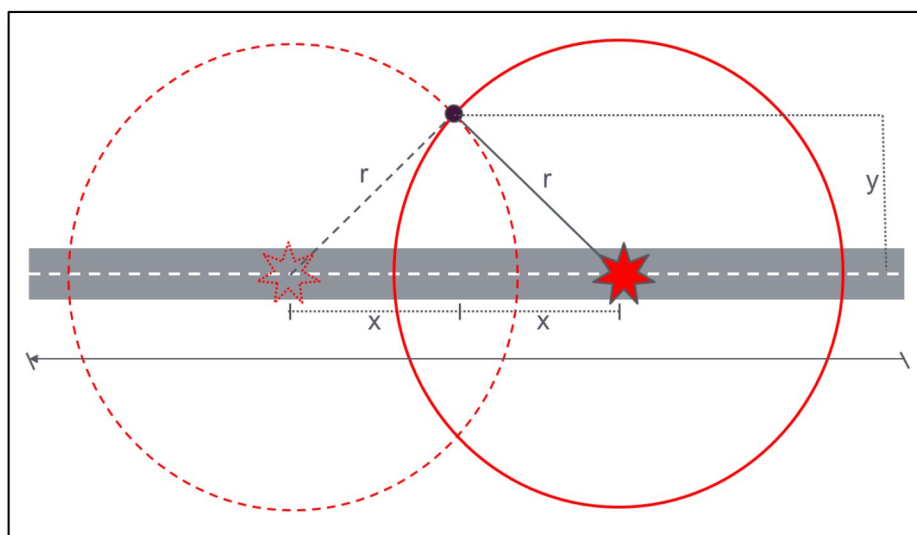
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk resp. samhällsrisk genomförs.

### Individrisk

Beräkningsmetoden som används i denna riskbedömning bygger på den metod som används ibland andra Helsingborgs stads *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*<sup>11</sup>.

Resultaten av frekvens- och konsekvensberäkningarna ovan räknas samman till en risknivå utmed den aktuella vägsträckan genom en beräkningsgång som kan beskrivas enligt följande (med scenariot pölbrand som exempel).

En specifik punkt i omgivningen påverkas endast av en olycka som inträffar på en vägsträcka nära punkten. Längden på denna sträcka beror på punktens avstånd från vägen och hur stort område som det studerade olycksscenariot påverkar, se Figur 35.



Figur 35. Olyckor med konsekvensavståndet ( $r$ ) måste inträffa någonstans på sträckan ( $2x$ ) för att påverka en given punkt på ett avstånd ( $y$ ) från vägen. Med hjälp av Pythagoras sats kan sträckan ( $2x$ ) beräknas, givet att konsekvensavståndet ( $r$ ) samt avståndet till vägen ( $y$ ) är känt.

Resonemanget i Figur 35 leder till att en frekvenskorrigeringsfaktor som är specifik för en punkt på ett givet avstånd kan beräknas. Frekvenskorrigeringsfaktorn är två gånger sträckan  $x$  dividerat med längden på den studerade sträckan. Beräkningarna bygger vidare på att ett stort antal punkter i omgivningen (olika värden på  $y$ ) studeras med upprepade beräkningar för alla de identifierade olycksscenarierna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på  $y$ ) är:

0–50 meter från vägkant	Var 5:e meter
50–200 meter från vägkant	Var 10:e meter
200–800 meter från vägkant	Var 50:e meter



Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir:  $\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}$ , se Tabell 7.

**Tabell 7. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).**

	Studerat avstånd (y) [m]					
↓ Olyckan når (r) [m]	0	5	10	15	...	800
0	0	-	-	-		0
5	0,01	0	-	-		0
10	0,02	0,02	0	-		0
15	0,03	0,03	0,02	0		0
20	0,04	0,04	0,03	0,03		0
...						0
800	1,60	1,60	1,60	1,60		0

Vidare har det i konsekvensberäkningarna ovan uppskattats fördelning av hur långa konsekvensavstånd som förväntas uppstå vid de olika scenarierna, se Tabell 8. Dessa värden är tillämpade utifrån Figur 30 och Figur 34.

**Tabell 8. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).**

	Sannolikhetsfördelning konsekvensavstånd
↓ Olyckan når [m]	Pölbrand
0	0 %
5	1 %
10	5 %
15	8 %
20	18 %
...	
800	0 %

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 7 och Tabell 8) ovan redovisas i Tabell 9.

**Tabell 9. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).**

	Studerat avstånd [m]					
↓ Olyckan når [m]	0	5	10	15	...	800
0	0	-	-	-	...	0
5	0,0001	0	-	-	...	0
10	0,0010	0,0009	0	-	...	0

15	0,0024	0,0023	0,0018	0	...	0
20	0,0072	0,0070	0,0062	0,0048	...	0
...						

Respektive kolumn summeras sedan för att ge en total reduceringsfaktor för respektive avstånd, se Tabell 10. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycks-scenarierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 11.

**Tabell 10. Kolumnvis summering av Tabell 9 (utsnitt).**

	Studerat avstånd [m]					
	0	5	10	15	...	800
<b>Reduceringsfaktor</b>	0,051	0,050	0,046	0,040	...	0

**Tabell 11. Justeringar med avseende på olycksscenariernas utbredning.**

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
<b>Pölbrand</b>	1	<i>Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
<b>BLEVE</b>	1	<i>BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
<b>Jetflamma</b>	0,2	<i>Jetflamman antas riktas mot en specifik plats på en sida av olyckan i 20 % (1/5) av fallen (den första av fem följande riktningar på flammen antas drabba en specifik plats: rakt mot platsen, rakt från platsen, uppåt samt vinkelrätt från platsen åt två håll).</i>
<b>Gasmolnsexplosion</b>	0,06	<i>Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt<sup>10</sup> ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen (22/360=0,06).</i>

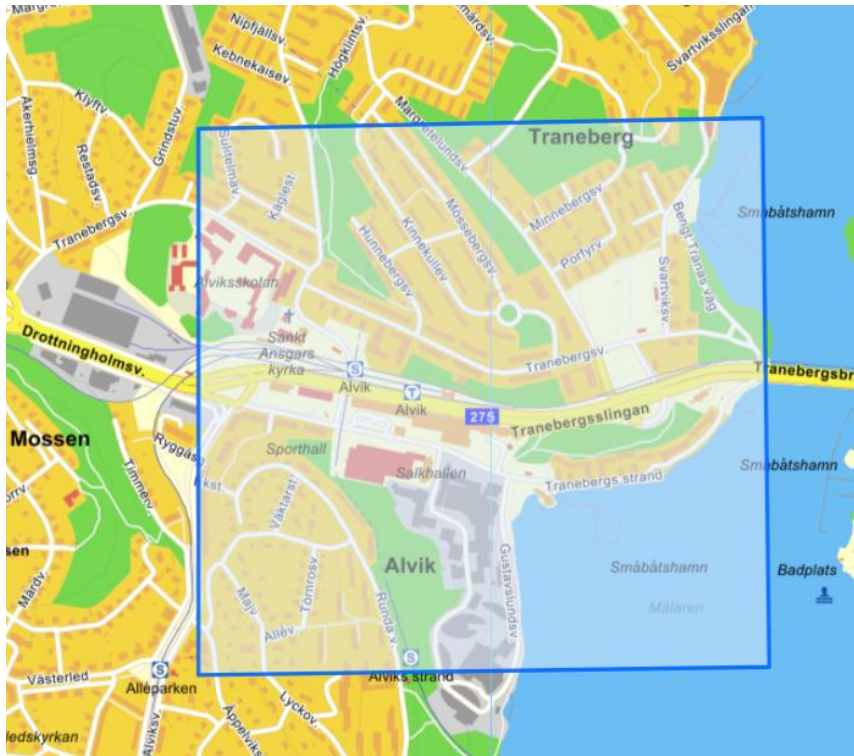
Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 12). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

**Tabell 12. Resulterande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).**

	Studerat avstånd [m]			
	0	5	10	...
<b>Individrisk</b>	$0,051 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,050 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,046 \cdot 1 \cdot (f)$	...

## Samhällsrisk

Vid beräkningar av samhällsrisken studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt<sup>14</sup>. En kvadratkilometer stort område kommer därmed även att inkludera ytor runt om programområdet, se Figur 36.



Figur 36. Kvadratkilometern för programområdet Alvik Östra med Drottningholmsvägen i dess mitt (svart ruta).

Befolkningsunderlag för boende har tillhandahållits av Stockholms stad<sup>15,16</sup>.

## Befintlig befolkning

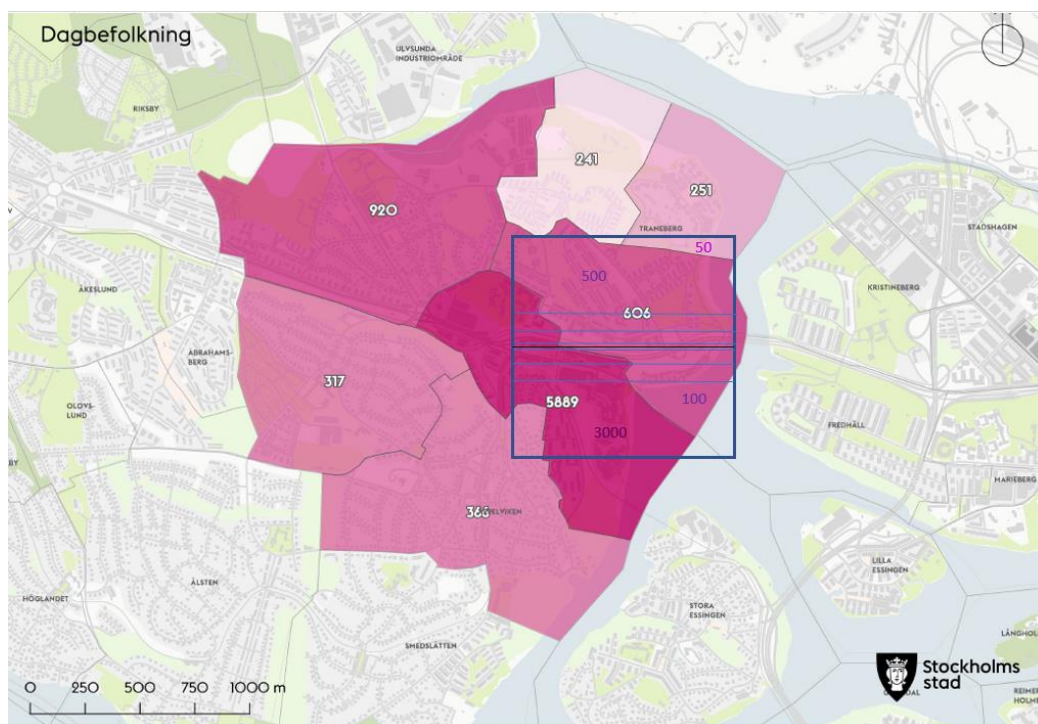
Inom kvadratkilometern har statistik tillhandahållits över befolkning på dag respektive natt, se Figur 37 och Figur 38<sup>15</sup>. Gällande nattbefolkningen har befolkning i dagsläget även tillhandahållits per kvarter<sup>1</sup>, se Tabell 13<sup>16</sup>. Dagbefolkningen är antalet sysselsatta hämtade från deklarationsuppgifter och företag/arbetsställe i området, dessa antas arbeta 40 h på heltid och de uppskattas vara på plats 75 procent av normal årsarbetstid till följd av bland annat semester och sjukfrånvaro<sup>17</sup>. Nattbefolkningen utgörs av antalet folkbokförda i området. Av dessa antas 90% vara borta 10 h per dygn. Andel personer i grundskola antas vara lediga 12 veckor per år och övrig tid på plats 40 h i veckan. I området finns främst arbetsplatser, skolor och bostäder.

<sup>1</sup> Nummer på kvarter sökbara på <http://kartor.stockholm.se/>.

**Tabell 13. Befolkning per kvarter.**

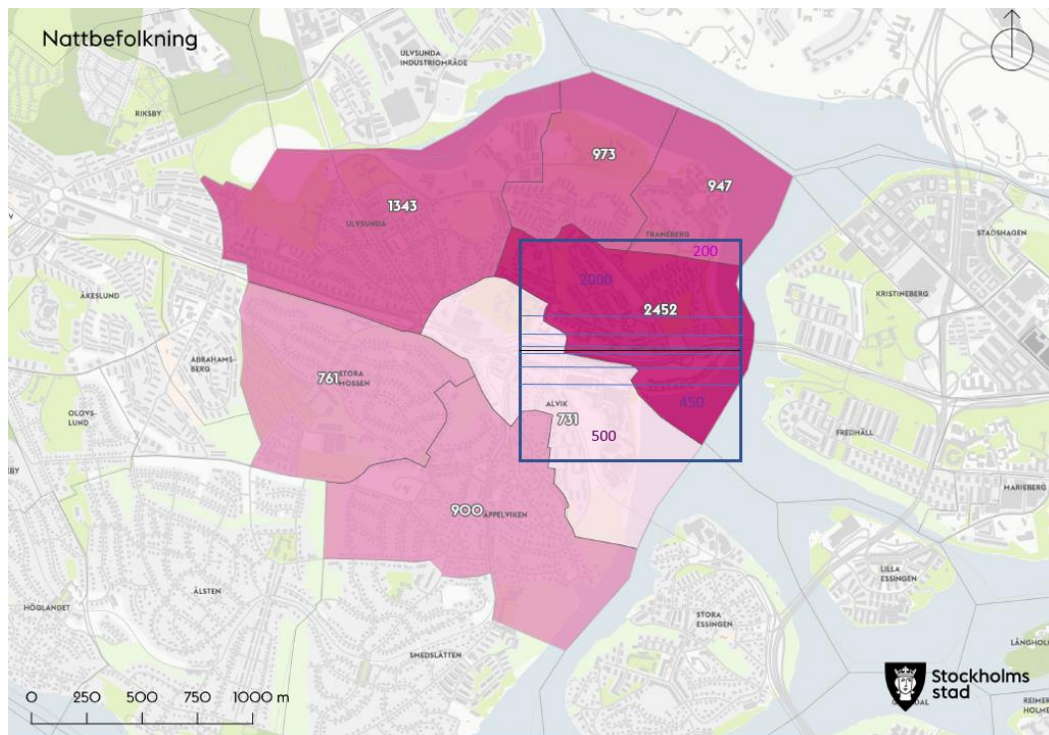
Område	2015
2220100 - Alvik	874
2220700 - Stora Mossen	785
2220820 - Södra Traneberg	2457
2220830 - Norra Traneberg	989
2220840 - Minneberg	922
2220900 - Ulvsunda	1472
2221100 - Äppelviken	934
<b>Totalsumma</b>	<b>8433</b>

Personmängderna för de sysselsatta antas vara jämt distribuerade inom 0–500 meter från Drottningholmsvägen. Elever i området, se Figur 39, antas vara jämt distribuerade inom 25–500 meter från Drottningholmsvägen. Personmängderna för de boende antas vara jämt distribuerade inom 75–500 meter från Drottningholmsvägen.

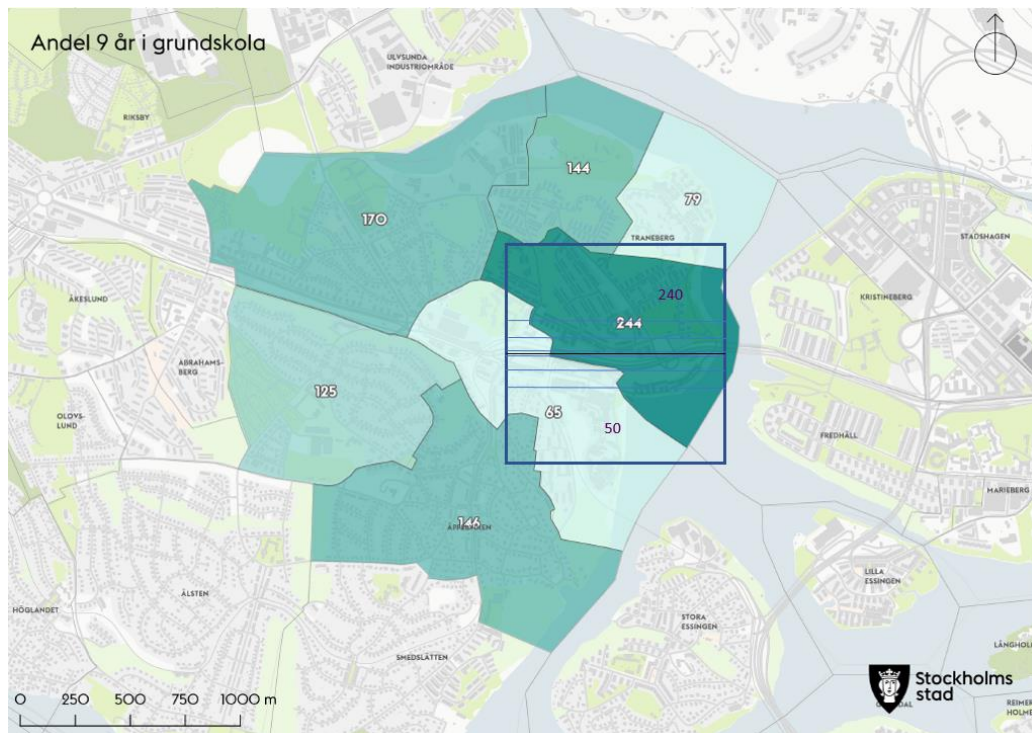


**Figur 37. Dagbefolkning, med gjorda antaganden (de siffror som ej är vita).**





Figur 38. Nattbefolkning, med gjorda antaganden (de siffror som ej är vita) som stämts av mot befolkning per kvarter.



Figur 39. Andel i grundskola med gjorda antaganden (de siffror som ej är vita).



Personer som vistas i området dagsläget utöver boende, sysselsatta och elever i skolor bedöms främst befinna sig kring Alvik centrum i caféer, butiker mm samt vid kollektivtrafiksstationerna (Tunnelbana, Tvärbana, Nockebybanan och buss). Besökare i centrumbyggnaderna inom 0–150 meter söder om Drottningholmsvägen antas omfatta i medel 150 personer under 12 timmar per dygn.

## Kollektivtrafikresenärer

Kollektivtrafikresenärerna vid Alviks station har 40 000 på-/avstigande en medelvintervardag<sup>18,19</sup> år 2014. Av dessa byter drygt två tredjedelar från en annan kommunikation medan resterande knappa tredjedel kommer till stationen på annat sätt. År 2030 har Alviks station uppskattats ha upp mot 58 000 resande en vardag. Den faktiska snittdagen på ett år har färre resenärer eftersom inte lika många resenärer reser på helgen. En medelvardag räknas därför ned utifrån att det är omkring 250 vardagar på ett år samt att snittet av resenärer som reser en lördag år 2014 var 15 000<sup>19</sup>.

I vidare beräkningar antas Alvik station ha 30 000 påstigande en snittdag i dagsläget och 44 000 påstigande år 2030. Resenärerna antas vistas där fem minuter.

## Jämförelsealternativet

Kommunen förväntar sig en ökning av befolkningsmängden om 1% per år enligt nya översiktsplanen<sup>20</sup> vilket nyttjas för att beräkna jämförelsealternativet utifrån nuläget.

## Tillkommande bebyggelse enligt utbyggnadsalternativet

Tillkommande persontätheten är framtagen utifrån antaganden om personer per BTA som planeras för olika tillkommande verksamheter/bostäder samt tiden de förväntas befinna sig inom verksamheter/bostäder. Avståndet för de närmsta husen till körbanekant planeras vara 25 meter.

Det planeras tillkomma en skola med 900 elever som antas ha ca en lärare per 12 elever. Det planeras även tillkomma 6 förskolor inom programområdet varav 5 förskolor är belägna inom aktuell kvadratkilometer. De 6 förskolorna har 29 avdelningar, och varje avdelning 18 barn. Förskolorna varierar i storlek och har cirka 50–130 barn. Varje avdelning antas ha en lärare per fem barn<sup>21</sup>. Ny skola och nya förskolor beaktas i analysen. Personerna i skolorna antas vara lediga 12 veckor per år och övrig tid på plats 40 timmar i veckan.

## Använda värden

Kvadratkilometern inom programrådet har delats upp i åtta delar - fyra delar norr om och fyra delar söder om Drottningholmsvägen. För att beräkna samhällsrisker har en förenkling gjorts i form av att befolkningstätheten bedöms vara likformig inom varje specifik del av området (de fyra delar norr respektive fyra delar söder om Drottningholmsvägen).

Nedan redovisas underlag för uppskattning av antal människor som vistas inom programrådet och den omgivande kvadratkilometern för jämförelsealternativ räknas upp med 1% från nuläget. Ingen nybyggnation antas i jämförelsealternativet ske i området. Persontätheten för utbyggnadsalternativet är framtagen utifrån befintlig persontäthet samt antaganden om personer per BTA för olika tillkommande verksamheter och bostäder samt tiden de förväntas befinna sig inom verksamheter/bostäder. Slutligen, utifrån uppskattningar av genomsnittligt antal människor i området, kan också persontätheter för de olika delområden beräknas (personer/km<sup>2</sup>).

## Nulägesalternativ och jämförelsealternativ för östra programområdet (total persontäthet)

	Nulägesalternativ [personer/km <sup>2</sup> ]	Jämförelsealternativ [personer/km <sup>2</sup> ]	
150–500	3 530	3 980	Nord
75–150 m	3 530	3 980	
25–75 m	300	340	
0–25 m	4 000	6 000	
Vägen	-----		Syd
0–25 m	1 600	1 800	
25–75 m	1 620	1 830	
75–150 m	3 020	3 400	
150–500 m	2 520	2 840	

<1 000 meter>

## Utbyggnadsalternativet för östra programområdet (persontäthet)

	Tillkommande [personer/km <sup>2</sup> ]	Kvarstående befintlig [personer/km <sup>2</sup> ]	Total [personer/km <sup>2</sup> ]	
150–500 m	-	3 530	3 530	Nord
75–150 m	9 530	3 530	13 060	
25–75 m	15 870	300	16 170	
0–25 m	-	6 000	6 000	
Vägen	-----			Syd
0–25 m	-	1 600	1 600	
25–75 m	14 040	1 620	15 660	
75–150 m	4 930	3 020	7 950	
150–500 m	7 720	2 520	10 240	

<1 000 meter>

## Bilaga F Frekvensberäkningar för urspårning

För att utreda risknivån för påverkan på människors liv och hälsa inom programområdet så utförs nedan frekvensberäkningar avseende urspårning och sannolikheten att ett urspårat tåg kolliderar med tillkommande bebyggelse. Beräkningarna utförs utifrån metodik som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone*<sup>22</sup>.

### Sannolikheten för urspårning i anslutning till bebyggelsen (P1)

Beräknas med följande ekvation:

$$P1 = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3}$$

$e_r$  = urspårningsfrekvens per tågkm ( $2,5 \times 10^{-9}$ /tågkm)

$V$  = tågets hastighet vid urspårningstillfället

$d$  = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret =  $V^2/80$

$Z_d$  = antal tåg per dygn

Enligt ovan är den maximala hastigheten för tvärbaneågen 50 km/h, vilket ger att  $d = 31,25$  meter. Med ett antagande om cirka 150 tågpassager per dygn<sup>23</sup>, på det närmsta spåret, blir då sannolikheten för urspårning i anslutning till programområdet:

$$P1 = 4,28 \times 10^{-6}$$

### Sannolikheten att urspårat tåg kolliderar med byggnad (P2)

Sannolikheten är beroende av avståndet mellan järnvägsspår och byggnad och avtar med ett ökat avstånd. Endast det spåret beläget närmst programområdet tas hänsyn till eftersom det spåret närmst programområdet verkar som urspårningsräl för det borte spåret, samt att avståndet mellan spåren är cirka fem meter. För enkelspår beräknas sannolikheten med följande ekvation:

$$P2 = \{[(b - a)/b]^2\} \times 0,5 \times c/d$$

$d$  = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret,  $d = V^2/80$

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

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

$c$  = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd  $a$ ,  $c = (d/b) \times (b - a)$ , för  $b > a$ , då  $b < a$  är  $c = 0$

Men en maximal hastighet på 50 km/h, blir  $b \approx 8,6$  meter.

Ekvationen ovan gäller för sträckor där omgivningen och spåret ligger i samma nivå.

För att beräkna individrisk varierar det vinkelräta avståndet  $a$  för att få en individriskkurva.

## Bilaga G Referenslista Bilaga A-E

- <sup>1</sup> Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- <sup>2</sup> Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- <sup>3</sup> FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Forsvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- <sup>4</sup> Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- <sup>5</sup> MSB (2017). Transport i tunnlar, <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Transport-av-farligt-gods/Var-far-jag-kora/Transport-i-tunnlar/>, 2017-11-07.
- <sup>6</sup> Länsstyrelsen i Stockholms läns lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i del av Norra länken (tunnelkategorisering), Stockholms och Solnas kommuner; 01TFS 2016:28, 2016-06-08
- <sup>7</sup> Beslut om Tunnelkategori B, norra länken delen hagastaden, i Solna och Stockholms kommuner, Länsstyrelsen i Stockholms län beslut dnr 258-1755-2015, 2016-06-08
- <sup>8</sup> HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.
- <sup>9</sup> SIKA (2001). *Vägtrafikskador* Statens institut för kommunikationsanalys, 2001
- <sup>10</sup> Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- <sup>11</sup> Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- <sup>12</sup> Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
- <sup>13</sup> Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. 0S147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).
- <sup>14</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>15</sup> Stockholm stad (2017). Statistikkartor Alvik, 2017-04-06.
- <sup>16</sup> SWECO (2018). Mail med *Befolkning samt dag- och nattbefolkning per 2015*. 2018-02-01.
- <sup>17</sup> Arbetsgivarverket (2011). Arbetad tid och frånvaro - Tidsanvändningsstatistik 2006 – 2009, <https://www.arbetsgivarverket.se/globalassets/avtal-skrifter/rapporter/arbetad-tid-och-franvaro-110126.pdf>
- <sup>18</sup> ÅF (2016). Koncept - Mätningar av trafikantströmmar vid terminalen Alvik version 2. Å-F infrastructure AB 2016-06-03.
- <sup>19</sup> SLL (2017). Mail Manne Schmitz, Trafikförvaltningen, Strategisk utveckling, Planering, Stockholms läns landsting, 2017-10-31, 2017-11-06 och 2018-02-01.
- <sup>20</sup> Stockholms stad (2017). *Översiktsplan för Stockholms stad – utställningsförslag*.

---

<sup>21</sup> Skolverket (2018). Snabbfakta om förskola, annan pedagogisk verksamhet, fritidshem, skola och vuxenutbildning. <https://www.skolverket.se/statistik-och-utvardering/statistik-i-tabeller/snabbfakta-1.120821>, 2018-01-10.

<sup>22</sup> UIC CODE 777-2 (2002). Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone. International Union of Railways, Version 2, september 2002.

<sup>23</sup> SL (2018). Reseplaneraren, [www.sl.se](http://www.sl.se), 2018-02-14.