

# RISKBEDÖMNING

Detaljplan Ölsta 1:1 - Märsta Brandstation



Beställare: Brandkåren Attunda  
Beställarens namn: Kenneth Bergqvist  
Konsultbolag: Structor Riskbyrån AB  
Uppdragsnamn: Riskbedömning - Detaljplan Ölsta 1:1 - Märsta  
Brandstation  
Uppdragsnummer: 1085-102  
Datum: 2020-02-05  
Uppdragsledare: Joel Omran  
Handläggare/utredare: Kajsa Jakobsson  
Granskare: Lisa Zamani  
Status: Slutlig handling

## Sammanfattning

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Brandkåren Attunda att genomföra en riskbedömning för detaljplan för den nya brandstationen i Märsta. Detaljplaneområdet ligger inom fastigheten Ölsta 1:1 och ramar in av vägarna 263, 255 samt en avfart från väg 255.

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen, med avseende på riskbilden för planområdet utifrån risker kopplade till transporter av farligt gods samt eventuellt andra riskfyllda verksamheter i planområdets närhet. Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta individ- och samhällsrisknivåer för planområdet och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som rimligen krävs.

Planområdet ligger längs med väg 263 som går mellan Märsta i öst och Sigtuna i väst och är en sekundär led för farligt gods. Transporter av farligt gods på väg 263 utgörs av leveranser till OKQ8:s drivmedelsstation i Sigtuna (Sigtunamacken), SEAB:s verksamhet nordväst om planområdet samt en dieseltank hos Sigtuna Åkeri väster om planområdet.

Resultaten visar att både individrisk och samhällsrisk kan betraktas som acceptabelt låg. Detta medför att inga riskreducerande åtgärder krävs för att kunna etablera brandstationen på föreslagen plats för att ta tillräcklig hänsyn till människors hälsa och säkerhet enligt de krav som ställs om lämplig markanvändning i PBL. Utifrån ett robusthetsperspektiv föreslås dock att följande åtgärder genomförs:

- Friskluftsintag riktas bort ifrån väg 263.
- Logement placeras så de inte har fönster direkt mot väg 263.

## Innehåll

<b>1. Inledning</b>	<b>5</b>
1.1. Syfte och mål	5
1.2. Avgränsningar	5
1.3. Underlagsmaterial	5
1.4. Disposition	6
<b>2. Områdesbeskrivning</b>	<b>7</b>
2.1. Omgivningsbeskrivning	7
2.2. Planområde och planerad markanvändning	7
<b>3. Omfattning av riskhantering</b>	<b>9</b>
3.1. Kravbild	9
3.2. Metod och genomförande	10
<b>4. Riskidentifiering</b>	<b>13</b>
4.1. Riskkällor	13
4.2. Skyddsvärt	14
4.3. Identifierade händelser och olycksscenarioer	14
<b>5. Riskanalys</b>	<b>15</b>
5.1. Individrisk	16
5.2. Samhällsrisk	16
5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys	17
<b>6. Riskvärdering och åtgärder</b>	<b>20</b>
6.1. Riskvärdering	20
6.2. Riskreducerande åtgärder	20
6.3. Effekt av åtgärder	20
<b>7. Slutsats</b>	<b>21</b>
<b>8. Referenslista</b>	<b>22</b>
<b>Bilaga A Olycksscenarioer för olycka med transport av farligt gods</b>	<b>23</b>
<b>Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods – indata och metod</b>	<b>24</b>
<b>Bilaga C Frekvensberäkningar för olycksscenarioer – Händelseträdsmetodik</b>	<b>26</b>
<b>Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods</b>	<b>29</b>
<b>Bilaga E Riskuppskattningar för pölbrand</b>	<b>34</b>
<b>Bilaga F Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods</b>	<b>40</b>
<b>Bilaga G Referenslista Bilaga A-F</b>	<b>46</b>

# 1. INLEDNING

Structor Riskbyrå har fått i uppdrag av Brandkåren Attunda att ta fram en riskbedömning för detaljplanen för den nya brandstationen i Märsta, Sigtuna kommun. Planområdet ligger inom fastigheten Ölsta 1:1 längs med väg 263 vid avfart mot väg 255.

Detaljplanen syftar till att möjliggöra byggnationen av en ny brandstation i Märsta för att kunna slå samman brandstationerna i Sigtuna och Märsta samt ambulansverksamheten i Kolsta. Byggnationen planeras att placeras 25 m från beläggingskanten av väg 263, vilket är en sekundär led för transport av farligt gods. Denna riskbedömning ska säkerställa att länsstyrelsens riktlinjer avseende risker kopplade till transporter av farligt gods uppfylls.

## 1.1. Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att i detaljplanen kunna hantera olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods samt andra riskfyllda verksamheter på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen<sup>1</sup>.

Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta individ- och samhällsriskenivåer för planområdet och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder.

## 1.2. Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till att behandla tekniska olycksrisker med en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Eventuella hälsoeffekter till följd av långvarig exponering behandlas inte (t.ex. buller, elektromagnetisk strålning och avgaser). Hänsyn tas inte heller till suicidrisk, sociala risker eller klimatrelaterade risker.

## 1.3. Underlagsmaterial

Vid genomförandet av denna riskbedömning har följande underlagsmaterial funnits tillgängligt:

- Exploateringsskiss över planområde – Fastigheten Ölsta 1:1, mottaget 2019-09-09<sup>2</sup>.
- Analys av behov och yta (Excel) – mottaget 2019-10-16<sup>3</sup>.

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

## 1.4. Disposition

Riskbedömningen har lagts upp enligt följande:

- Kapitel 1 omfattar bakgrund och introduktion till uppdraget.
- Kapitel 2 ger en beskrivning av detaljplanen och dess omgivning. Detta ger en bild av planerad 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.
- Bilaga A-G beskriver antaganden och beräkningar gällande transporter av farlig gods.

## 2. OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs planområdet samt dess närmaste omgivning.

### 2.1. Omgivningsbeskrivning

Det aktuella planområdet för den nya brandstationen i Sigtuna kommun är lokaliserad korsningen mellan väg 263 och väg 255 i Droppsta, mellan tätorterna Märsta och Sigtuna, se Figur 1. Detaljplanen omfattar en del av fastigheten Ölsta 1:1 och ramas in av en avfartsväg från väg 255.

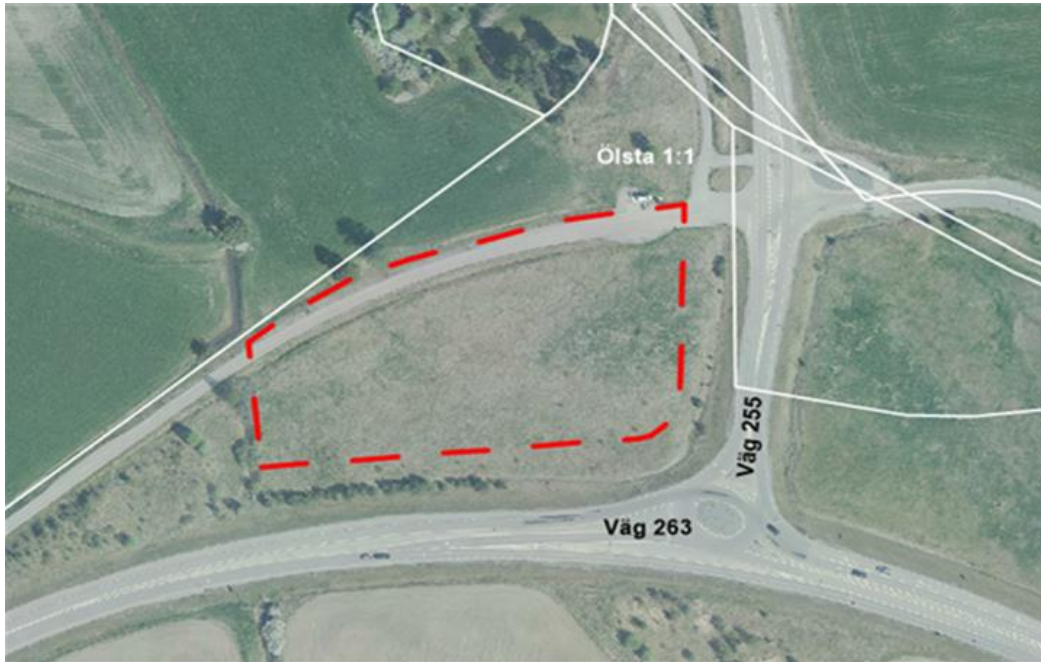


Figur 1. Karta över Märsta och Sigtuna med aktuellt planområde markerat.

Runt planområdet är främst åkermark samt mindre bostadsområden belägna. Närmsta bostadsområdet ligger ca 250 m öster om planområdet. Väg 263 direkt söder om planområdet går mellan Märsta i öst och Sigtuna i väst är en sekundär transportled för farligt gods. Väg 255 är ej en rekommenderad väg för farligt gods.

### 2.2. Planområde och planerad markanvändning

Detaljplanen syftar till att bygga en brandstation på en del av fastigheten Ölsta 1:1, se Figur 2. Byggnationen ska bland annat innefatta vagnhall, tvätthall, kontor, konferensrum och logement, vilket bedömts totalt kräva en yta på ca 2500 m<sup>2</sup>.<sup>3</sup> Delar av stationen kommer att användas som alternativ ledningsplats av kommunala funktioner för Sigtuna kommun.



Figur 2. Karta med planområdet utmarkerat<sup>2</sup>.

Tomten som planeras planläggas omfattar en yta på ca 10 000 m<sup>2</sup>. Utfart för utryckning planeras att förläggas ut mot väg 255. Stationen föreslås byggas på ett avstånd på 25 m från väg 263:s väggkant. Brandstationen kommer även innehålla ambulansverksamhet. Längs med väg 263 och väg 255 finns dike grävt ca 10 m in mot planområdet från vägen, se Figur 3.



Figur 3. Bild över dike längs med väg 263 i östlig riktning (Google Maps).



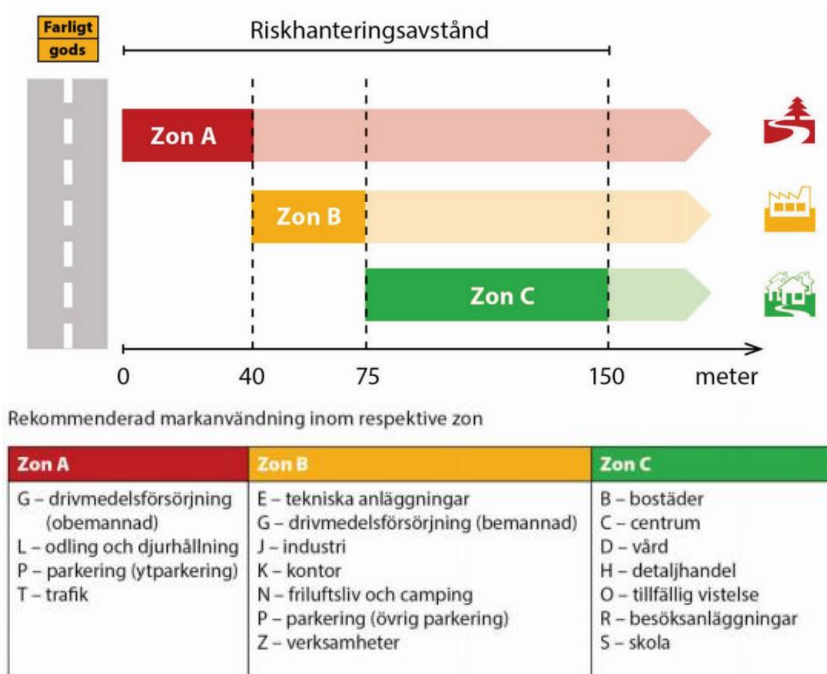
## 3. OMFATTNING AV RISKHANTERING

I detta kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering i förhållande till gällande kravbild. Likaså beskrivs genomförandet och den 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>1</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. I detta avsnitt redovisas krav kopplat till transporter med farligt gods.

Riskbedömningen med hänsyn till transporter av farligt gods avser att uppfylla de krav på riskhantering som Länsstyrelsen i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län ställer i riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen*<sup>4</sup>. Rekommendationerna i de riktlinjer avseende riskhantering som Länsstyrelsen i Stockholms län ger i rapporten *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*<sup>5</sup> beaktas. I riktlinjerna anses för sekundära leder att ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter behöver finnas mellan väg och markanvändning. Rekommenderade skyddsavstånd mellan leder för transport av farligt gods och olika typer av markanvändning kan ses i Figur 4.



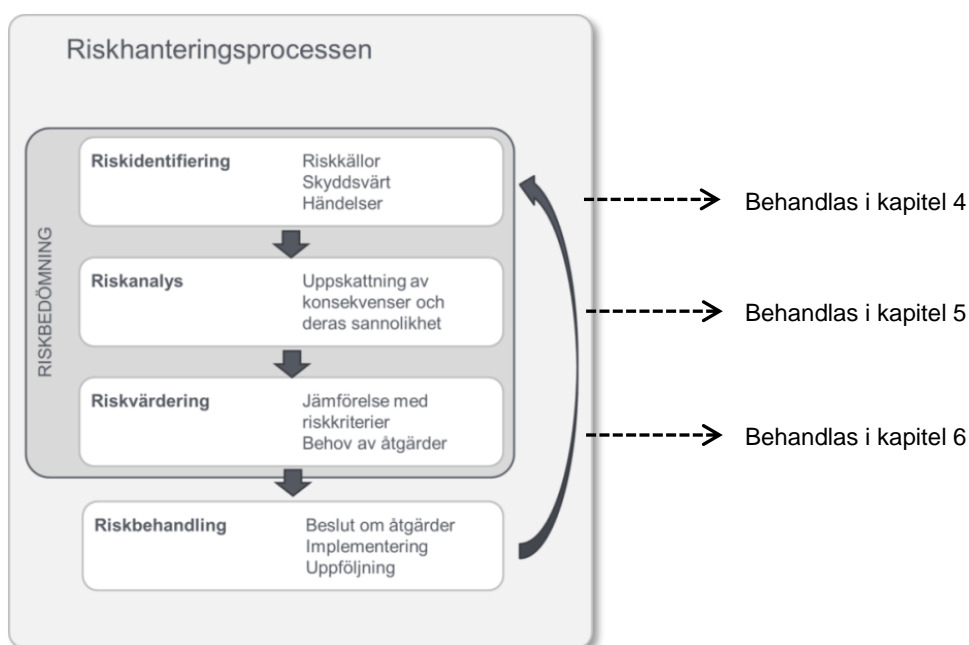
Figur 4. Riskhanteringsavstånd i Länsstyrelsen i Stockholms län riktlinjer.

Enligt Figur 4 uppfyller inte planområdet rekommendationerna då byggnaden är belägen på 25 meters avstånd från väg 263, vilken är en sekundär trafikled för farligt

gods. Inom detta avstånd rekommenderas att marken används till parkering, trafik, drivmedelsförsörjning eller odling och djurhållning. För att undersöka om ett avsteg från rekommendationerna kan motiveras genomförs en kvantitativ riskbedömning.

## 3.2. Metod och genomförande

För att undersöka om ett avsteg från rekommendationerna kan motiveras genomförs i detta uppdrag en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000<sup>6</sup>, se Figur 5. Riskbehandlingen (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta åligger kommunen genom fastställande av detaljplanen och dess planbestämmelser.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000<sup>6</sup>. Denna rapport hanterar de delar som benämns "Riskbedömning".

### 3.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen görs med utgångspunkt i faktiska avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika riskkällorna och planområdet. Nedanstående riskkällor beaktas i riskidentifieringen:

- **Transportinfrastruktur**  
Den transportinfrastruktur som behandlas utgörs primärt av rekommenderade transportleder för farligt gods<sup>4</sup>, men även lokala vägnät där transporter med farligt gods bedöms kunna förekomma. Rekommenderade transportleder för farligt gods inom 150 meter från planområdet beaktas.

- Riskfyllda verksamheter  
De verksamheter som beaktas utgörs av de som presenteras i länsstyrelsens WebbGIS<sup>6</sup> och omfattar s.k. farliga verksamheter enligt Lag om skydd mot olyckor, 2 kap 4§, bensin- och drivmedelstationer<sup>6,7</sup> samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen<sup>6</sup>. Verksamheter med tillstånd enligt Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor<sup>8</sup> beaktas även.

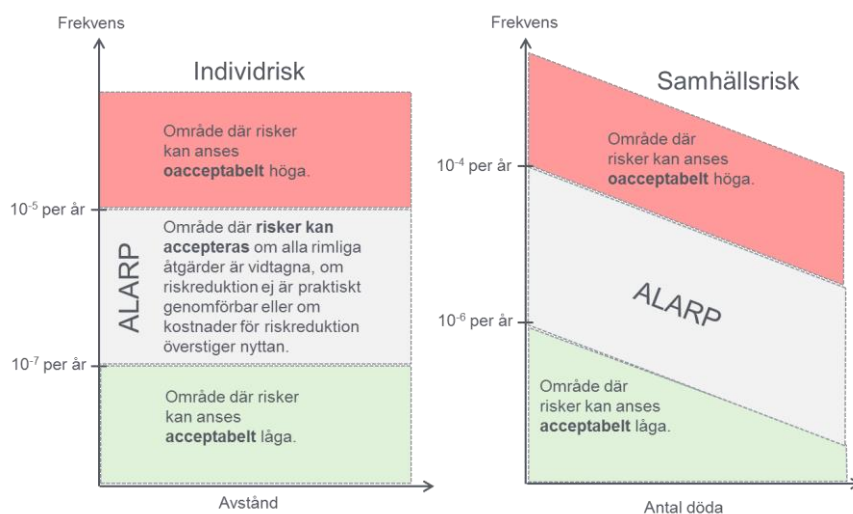
### 3.2.2. Riskanalys och riskvärdering

Nedan beskrivs den metodik som används för att uppskatta och värdera risker förknippade med de transporter av farligt gods som beaktas i riskbedömningen.

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

- 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>9</sup> att användas, se Figur 6. Dessa är tillämpbara för de två riskmått individrisk och samhällsrisk.



Figur 6. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån DNV<sup>9</sup>. ALARP-området definieras på samma sätt för individ- som samhällsrisk.

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används rapporten *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*<sup>10</sup> och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*<sup>11</sup>.

## 4. RISKIDENTIFIERING

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

### 4.1. Riskkällor

I riskbedömningen har en riskkälla identifierats och utretts, väg 263, se mer information nedan. För utförligare beskrivning av indata och antaganden (t.ex. vad det gäller flödet av farligt gods) i beräkningar, se Bilaga A och Bilaga B. Som prognosår används genomgående 2040, vilket är det år Trafikverkets nuvarande basprognoser sträcker sig till<sup>12</sup>. Samtliga värden är uppräknade till detta år och antaganden för beräkningarna finns beskrivna nedan.

#### 4.1.1. Väg 263

Länsväg 263 är en sekundär transportled för farligt gods och sträcker sig ifrån trafikplats Märsta vid E4 till riksväg 55. Hastighetsgränsen förbi planområdet är 80 km/h. Trafikmängden för den aktuella vägsträckan år 2040 är prognostiserat till 20 300 fordon/dygn väster om korsningen med väg 255 och 23 100 fordon/dygn öster om korsningen<sup>13</sup>. I vidare beräkningar har medelvärdet använts.

Det farliga gods som transporteras på väg 263 har identifierats gå till OKQ8:s drivmedelsstation i Sigtuna (Sigtunamacken), SEAB AB:s verksamhet samt en dieseltank hos Sigtuna Åkeri. Transporterna till OKQ8 är bränsle i form av diesel, bensin och E85. Dessa bränslen utgör brandfarlig vätska (ADR-S klass 3). Till SEAB AB:s verksamhet transporteras brandfarliga vätskor samt frätande ämnen (ADR-S Klass 8). Tanken för Sigtuna Åkeri innehåller diesel vilket som tidigare nämnt är klassat som en brandfarlig vätska. Fördelningen av bränsle och dess volymer som transporteras på sträckan redovisas i Tabell 1<sup>14</sup>. För prognosår 2040 antas för denna utredning en fördubbling av mängden farligt gods vilket även har antagits innefatta de transporter som går till Sigtuna Åkeri då data för leveranser ej har vidhållits.

Tabell 1. Mängden farligt gods som identifierats transporteras på väg 263. Given mängd samt omräknad enhet.<sup>14</sup>

Bränsle	Dagsläget (m <sup>3</sup> /år)	Dagsläget (ton/år)	2040 (ton/år)
<b>OKQ8 Sigtunamacken</b>			
Diesel	1090	872	1744
Bensin	25	20	40
E85	1185	948	1896
<b>SEAB</b>			
Brandfarlig vätska		1,08	2,15
Frätande ämnen		81,57	163,13

#### 4.2. Skyddsvärt

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

#### 4.3. Identifierade händelser och olycksscenarioer

De transporter av farligt gods som har identifierats är brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3) och frätande ämnen (ADR-S klass 8). Olyckor vid transport av brandfarliga vätskor kan vid läckage leda till pölbrand. I det studerade området antas läckaget nå diket och att pölbrand skulle uppstå i diket ca 10 m från väg 263.

Vid olycka med transporter av farligt gods, frätande ämnen, finns risk att läckage uppstår. Läckage av frätande ämnen antas nå diket och beräkningar för samtliga ovan nämnda olyckor utgår därför från diket.

Riskbedömningen kommer vidare att studera påverkan från vägtransporter med farligt gods, brandfarliga vätskor och frätande ämnen, på länsväg 263 mellan Märsta och Sigtuna. Känslighetsanalys har även genomförts där även fordonsgas (ADR-S klass 2.1) antas transporteras på väg 263 vilket kan leda till ytterligare olycksscenarioer. Beräkningarna genomförs endast på väg 263 i och med att väg 255 ej är rekommenderad transportled för farligt gods.

## 5. RISKANALYS

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd riskanalys.

Riskbidraget från vägen presenteras utifrån de beräknade riskmåttens individ- och samhällsrisk. Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt<sup>9</sup>. En kvadratkilometer stort område kommer därmed att inkludera befintliga och tillkommande bebyggelse inom planområdet samt vissa ytor utanför planområdet, se Figur 7.

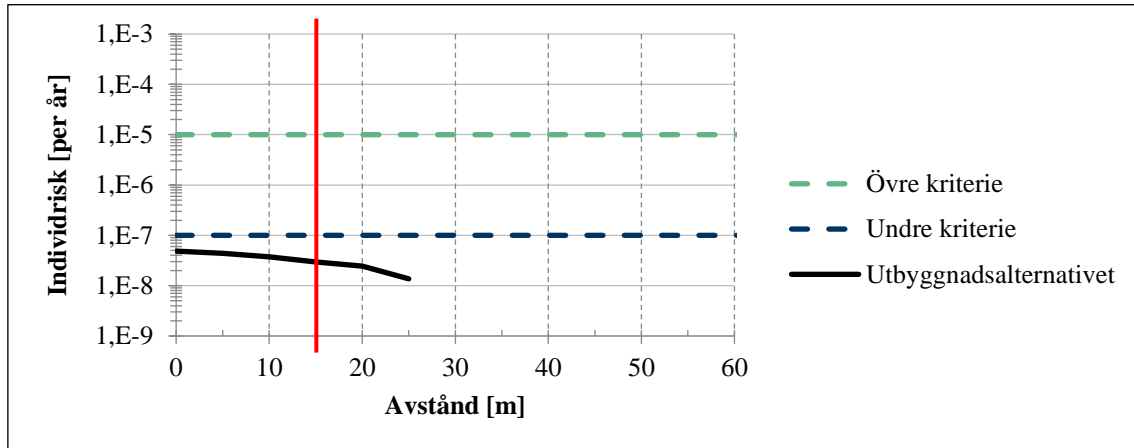


Figur 7. Undersökt kvadratkilometer för beräkning för planområdet.

Beräkningarna genomförs utifrån kända förutsättningar och antaganden, för utförligare beskrivning och indata, se Bilaga B till och med Bilaga F. Beräkningarna genomförs för år 2040 (utbyggnadsalternativet) med tillkommande bebyggelse inom planområdet inom illustrerad kvadratkilometer, se Figur 7. I utbyggnadsalternativet nyttjas prognoser för vägtrafiken och antal transporter med farligt gods som finns redovisat i Avsnitt 4.1.1 samt persontäthet i Bilaga F.

## 5.1. Individrisk

I Figur 8 presenteras resultatet för individrisken för planområdet. Den röda linjen i Figur 8 visar placeringen av planerad fasad ifrån diket längs med väg 263.

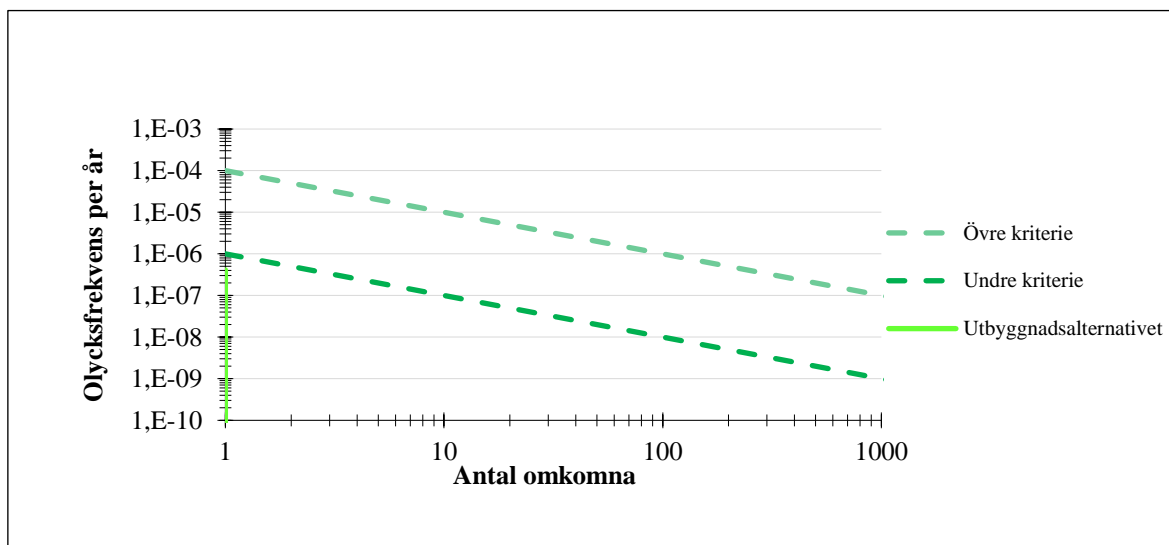


Figur 8. Individrisken för utbyggnadsalternativet. Brandstationens planerade fasad är markerad med en röd linje.

Resultatet från beräkningarna visar att individrisken är acceptabel inom planområdet. Det som bidrar till individrisk är risken för pölbrand från det transporterade bränslet (ADR-S klass 3). En pölbrand kan ge konsekvenser på upp till 28 m, vilket påverkar planområdet men risken är fortsatt acceptabel enligt DNV:s kriterier.

## 5.2. Samhällsrisk

I Figur 9 kan resultatet för samhällsrisk i planområdet ses.



Figur 9. Samhällsrisk för utbyggnadsalternativet.



Resultatet visar att samhällsriskerna kan beaktas som acceptabel inom det analyserade området och inga riskreducerande åtgärder krävs. I Figur 9 ses utbyggnadsalternativet endast som en lodrät linje, detta på grund av att det endast är ett scenario som påverkar samhällsriskerna. Scenariot är pölbrand vars konsekvens visar på en omkommen.

### 5.3. Osäkerheter och känslighetsanalys

Resultaten i riskbedömningar bör alltid beaktas 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.

Variabler som bedöms ha betydande påverkan på resultatet är persontätheten, mängden farligt gods samt typ av farligt gods som transporteras utanför planområdet. Indata och antaganden för dessa är förknippade med osäkerheter. För att undvika att riskerna underskattas har en ansats gjorts till att göra konservativa men rimliga antaganden avseende dessa parametrar. En kvantitativ känslighetsanalys genomförs för att undersöka effekterna av transport av en ytterligare klass av farligt gods förbi planområdet.

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd känslighetsanalys på utbyggnadsalternativet för år 2040. Resultatet presenteras utifrån de beräknade riskmåttens individuella och samhällsrisk.

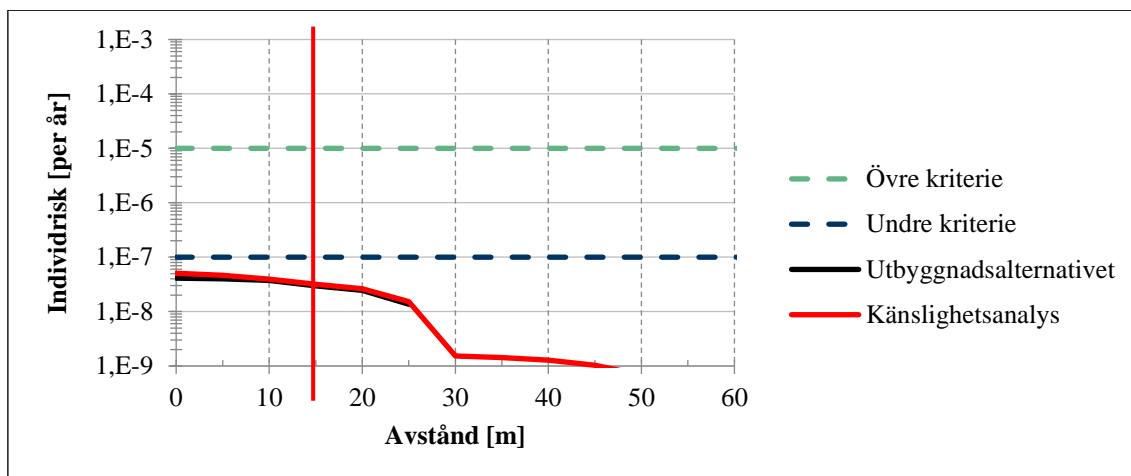
#### *Känslighetsanalys*

För att undersöka hur riskbilden ändras om ytterligare farligt gods transporteras på väg 263 har en känslighetsanalys gjorts där även fordonsgas (ADR-S klass 2) antas säljas vid drivmedelsstationen år 2040. Mängden fordonsgas antas utifrån det nationella förhållandet mellan transporter av klass 2 och 3 under åren 2016–2018<sup>15</sup>. Leveransen av fordonsgas till drivmedelsstationen antas ta samma väg som övriga leveranser.

#### *5.3.1. Individrisk*

Känslighetsanalysen för individrisken redovisas i Figur 10. Den röda linjen i Figur 10 visar placeringen av planerad fasad ifrån diket längs med väg 263.

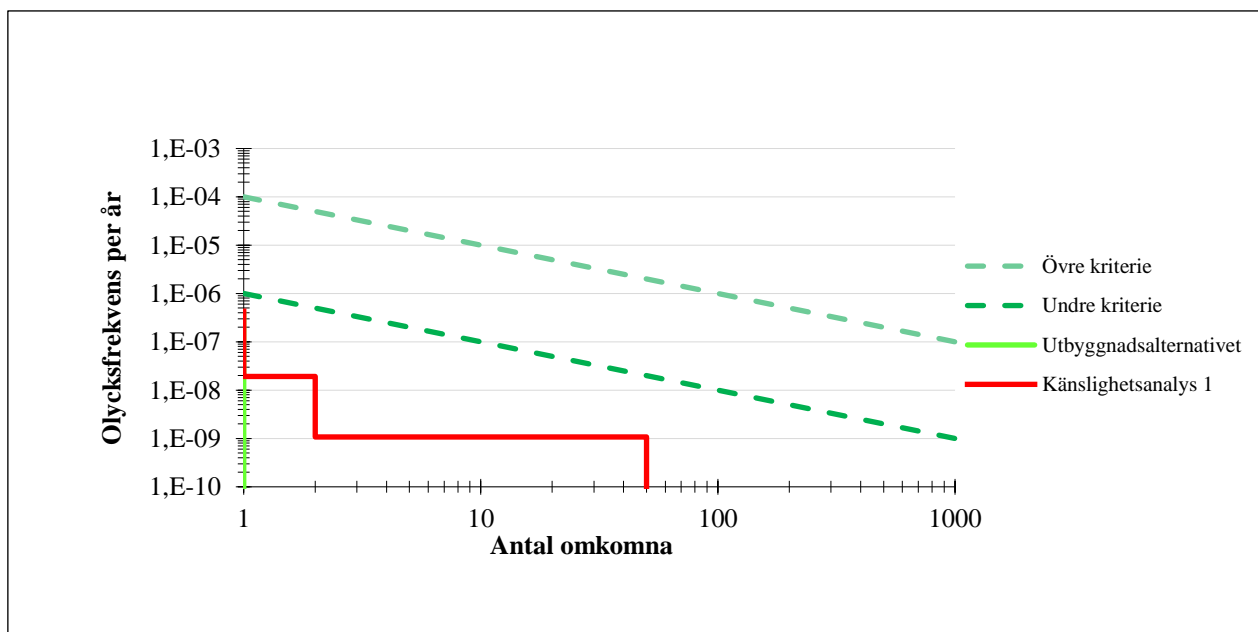
Resultatet visar att individrisken för känslighetsanalysen är fortsatt betraktad som acceptabelt låg. Det som förändrats jämfört med tidigare beräkningar för utbyggnadsalternativet är konsekvensavståndet av olycka på väg 263 som ökar från 25 m till ca 45 m. Detta på grund av att adderingen av transporter av klass 2.1 medför ytterligare riskscenarier så som jetflamma, gasmoln och BLEVE. Dessa tillagda scenarier kan även påverka på längre avstånd än 45 meter men sannolikheten är väldigt låg. Känslighetsanalysen har även lite högre risknivå än utbyggnadsalternativet till följd av den ökade mängden farligt gods.



Figur 10. Individrisk för utbyggnadsalternativet samt känslighetsanalysen. Röd lodrät linje visar fasadens placering.

### 5.3.2. Samhällsrisk

Känslighetsanalysen för individrisken redovisas i Figur 11.



Figur 11. Samhällsrisk för känslighetsanalysen och utbyggnadsalternativet.

Resultatet visar på att känslighetsanalysen ger en högre samhällsrisk jämfört med utbyggnadsalternativet. Den ökade samhällsrisk uppstår till följd av det ökade konsekvensavståndet samt den ökade mängden farligt gods. Även för känslighetsanalysen är dock samhällsrisk acceptabelt låg.

### *5.3.3. Resultat av känslighetsanalys*

Känslighetsanalysen visar på att en förändrad volym och variation av transporterad farligt gods påverkar riskbilden för planområdet. Dock anses den beräknade individ- och samhällsriskerna utifrån antagandena i känslighetsanalysen fortsatt som acceptabelt låg. Det som främst förändras är konsekvensavståndet vilket ökar vid tillägg av leveranser av fordonsgas (ADR-S klass 2.1) då ytterligare olycksscenarioer är möjliga.

## 6. RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDER

I följande avsnitt redovisas riskvärdering utifrån resultat samt eventuella riskreducerande åtgärder.

### 6.1. Riskvärdering

Resultatet visar att både individ- och samhällsriskerna för planområdet är under DNV:s undre kriterium och att betraktas som acceptabelt låg. Vid eventuell förändring av typ av farligt gods som transporteras på vägen i form av brandfarlig gas klass 2.1 visar även känslighetsanalysen på acceptabla risknivåer.

### 6.2. Riskreducerande åtgärder

Resultatet från genomförda beräkningar visar på att inga riskreducerande åtgärder krävs om bebyggelse sker på ett avstånd på 25m från väg. Dock kan vissa riskreducerande åtgärder rekommenderas utifrån ett robusthetsperspektiv.

- Friskluftsintag riktas bort ifrån väg 263.
- Logement placeras så de inte har fönster direkt mot väg 263.

Placering av ventilationsintag i tillkommande bebyggelse i trygg sida, det vill säga i byggnadssida som vetter bort från väg 263, är en möjlig åtgärd som minskar risken för att eventuell brännbar gas eller brandgas transporteras in i byggnader. Ventilationen bör vara möjlig att stänga av, vilket dock kommer kräva manuella åtgärder av enskilda individer. Åtgärden skapar robusthet i händelse av att annan typ av farligt gods kommer att transporteras på vägen.

Enligt Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer<sup>5</sup> skall bostäder placeras på ett avstånd på 50 m ifrån transportled för farligt gods. Generellt förespråkar Länsstyrelsen skyddsavstånd före andra riskreducerande åtgärder för att det är robust och lätt att säkerställa över tid. Verksamheten kan till viss del anses som bostad på grund av att brandstationen är bemannad dygnet runt. Därför kan det ur ett robusthetsperspektiv rekommenderas att följa Länsstyrelsens riktlinjer i planeringen av ytanvändningen inom byggnaden för exempelvis logement. Förslagsvis placeras logement så att de inte har fönster direkt mot väg 263. I övrigt bör utformningen av ytor utomhus syfta till att stadigvarande vistelse inte uppmuntras mellan brandstationens fasad och väg 263. Enligt Länsstyrelsens riktlinjer anses exempelvis parkering och trafik som lämplig ytanvändning inom detta område, se Figur 4.

### 6.3. Effekt av åtgärder

Effekt av åtgärder som bortvänd och avstängningsbar ventilation och att planera ytanvändningen inom brandstationen enligt Länsstyrelsens riktlinjer<sup>5</sup> ökar planområdets robusthet. Att bygga in åtgärderna i tidigt skede skapar en större säkerhet mot eventuella framtida förändringar av riskbilden, exempelvis förändringar kring transport av farligt gods på väg 263.

## 7. SLUTSATS

Resultatet av genomförd riskbedömning avseende risker kopplade till transporter av farligt gods på väg 263 visar på acceptabla risknivåer för både individ- och samhällsrisken. Detta med utgångspunkt i att bebyggelsefritt avstånd för planområdet är 25 m och att ingen finns stadigvarande inom detta område. Enligt Länsstyrelsens riktlinjer anses exempelvis parkering och trafik som lämplig ytanvändning inom detta område, se Figur 4. Planförslaget bedöms därför vara lämplig ur ett olycksperspektiv utifrån de krav som ställs om lämplig markanvändning i Plan- och bygglagen.

Sammantaget bedöms resultatet från beräkningarna medföra att det inte krävs några riskreducerande åtgärder. Ur robusthetsperspektiv för eventuellt förändrade förhållanden har dock följande åtgärder föreslagits:

- Friskluftsintag riktas bort ifrån väg 263.
- Logement placeras så de inte har fönster direkt mot väg 263.

## 8. REFERENSLISTA

---

- <sup>1</sup> Plan- och bygglag (2010:900)
- <sup>2</sup> Bergqvist, K. (2019). Exploateringsskiss. Mottagen 2019-09-09. Brandkåren Attunda
- <sup>3</sup> Bergqvist, K. (2019). Analys behov och yta. (Excel-fil). Mottagen 2019-10-16. Brandkåren Attunda
- <sup>4</sup> Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. Faktabladd 2006:000.
- <sup>5</sup> Länsstyrelsen Stockholms län (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Löpnummer: Fakta 2016:4.
- <sup>6</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>7</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>8</sup> Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor
- <sup>9</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>10</sup> Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetsförhöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- <sup>11</sup> SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.
- <sup>12</sup> Trafikverket (2018) *Reviderade prognoser för person- och godstransporter 2040*. Borlänge: Trafikverket
- <sup>13</sup> Wivstad, P., Granhagen, E. (2019). *Trafikutredning Brandstation Tullen*. Stockholm: Structor AB
- <sup>14</sup> OKQ8 (2019). Mail mottaget 2019-11-05.
- <sup>15</sup> TRAFKA (2016–2018). Antal transporter av farligt gods.

## 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>16,17,18</sup>.**

ADR-S klass	Beskrivning
<b>1 - Explosiva ämnen och föremål</b>	Explosioner till följd av olyckor med ADR-S klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals 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 gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen 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 hundratals 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 hundratals 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 tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
<b>4 – Brandfarliga fasta ämnen</b>	Olyckor som involverar brandfarliga fasta 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 farligt gods – 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 olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträds metodik, 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>19</sup>. För de aktuella vägarna presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade därur. Sedan presenteras indata och antaganden för trafikflöde och transporter av farligt gods. Slutligen presenteras en beskrivning av indata och antaganden för känslighetsanalys 1.

Viktiga indata till beräkningar för väg 263, utöver de som redovisats i rapporten, presenteras i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Indata till frekvensberäkningar för väg 263 mot området.

Variabel	Väg
Hastighet [km/h]	80 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km
Bebyggelsemiljö <sup>19</sup>	Landsbygd
Olyckskvot [-] <sup>19</sup>	0,55
Andel singelolyckor [-] <sup>19</sup>	0,375
Index för farligt gods olycka [-] <sup>19</sup>	0,215

Farligt gods transporterna på väg 263 har utretts genom kontakt med kommun samt närliggande bensinstationer och SEAB. Utifrån utredningen identifierades en automat, Sigtunamacken ägd av OKQ8, vars leveransväg använde väg 263. Statistiken för antal leveranser och mängd samt vad som levereras gavs av OKQ8. På stationen säljs E85, diesel och BF95 vilka alla går under ADR-S klass 3, brandfarliga vätskor. Volymen beräknades sedan om till vikt med antagandet att samtliga bränsles vikt är 0,8 kg/liter<sup>20</sup>. För att beräkna upp siffrorna till prognosår 2040 antogs en 100% ökning av mängden.

Underlaget för leveranser gavs av SEAB AB via telefon- och mailkontakt. Data gavs i form av transporter ton/år och har därefter räknats om till månader samt antagits en fördubbling för prognos år 2040. Se



Tabell 4.

Sigtuna Åkeri har identifierats ha en dieseltank på 40 kubikmeter vilket framkom efter kontakt med Brandkåren i Attunda<sup>21</sup>. Data för leveranser till denna har ej vidhållits då företaget ej har kunnat nås. Leveranserna har antagits vara så få att de kan inkluderas vid uppräkningsarna till prognos år 2040 för Sigtunamacken.

Tabell 4. Beräkningar av mängden farligt gods utifrån OKQ8s statistik och antaganden.

Bränsle	Dagsläget (m <sup>3</sup> /år)	Dagsläget (ton/år)	2040 (ton/år)
<b>OKQ8 Sigtunamacken</b>			
Diesel	1090	872	1744
Bensin	25	20	40
E85	1185	948	1896
<b>SEAB</b>			
Brandfarlig vätska		1,08	2,15
Frätande ämnen		81,57	163,13

## Känslighetsanalys 1

I dagsläget säljs endast farligt gods klass 3 bränsle vid automaten i Sigtuna och antaganden för ökning till prognosår 2040 har endast sett till de redan distribuerade bränslena. Genom känslighetsanalys har påverkan från eventuellt utökad försäljning i form av klass 2.1 fordonsgas, undersökts. Mängden klass 2 bränsle har antagits utifrån data från TRAFÄ på förhållandet mellan mängden klass 2 och klass 3. Utifrån fördelningen 2016–2018 beräknades ett procentuellt snittförhållande (48,6%) som sedan tillämpades på mängden klass 3 bränsle på OKQ8 stationen. Resultatet av beräkningarna kan ses i Tabell 5 samt med totala mängden klass 8 som använts vid beräkningarna.

Tabell 5. Mängd av farligt gods använda i beräkningar för känslighetsanalys.

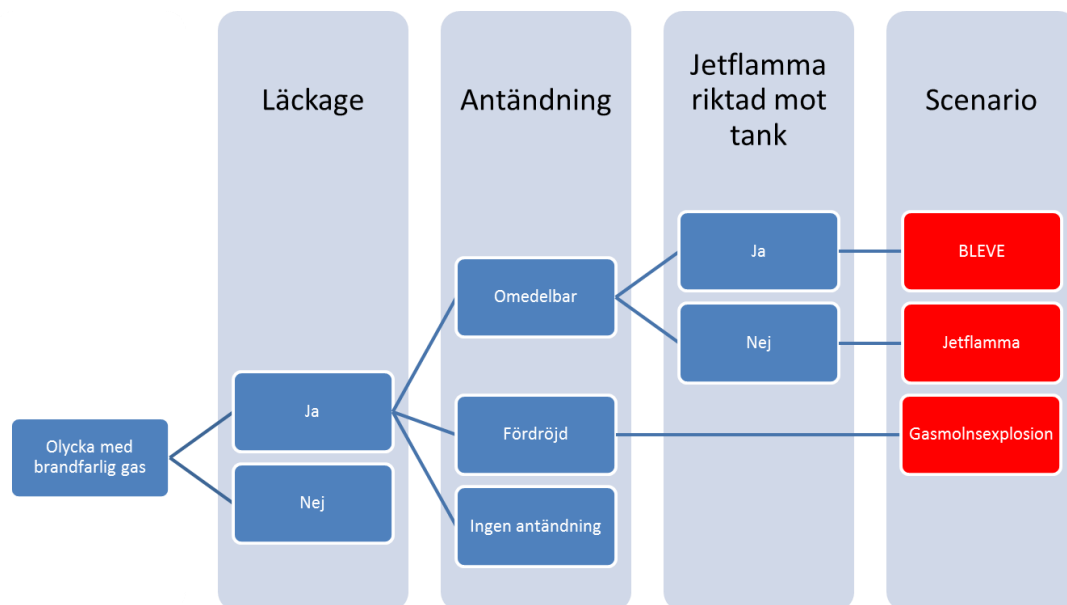
Klass	Mängd i beräkningarna (ton/mån)
2	149,1
3	306,78
8	13,59

## Bilaga C Frekvensberäkningar för olycksscenarioer – 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.

### 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 12.



Figur 12. Händelseträd för olyckor med brandfarlig gas.

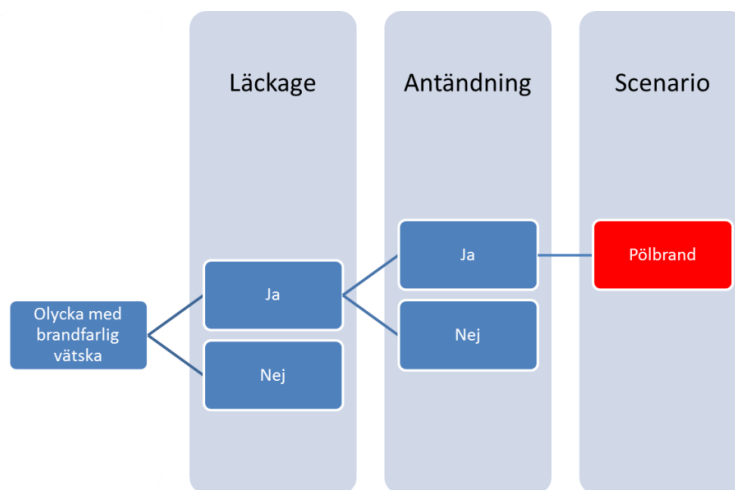
Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska<sup>19</sup>. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*<sup>22</sup>. Följande 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 %) jetflamman 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).

## Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

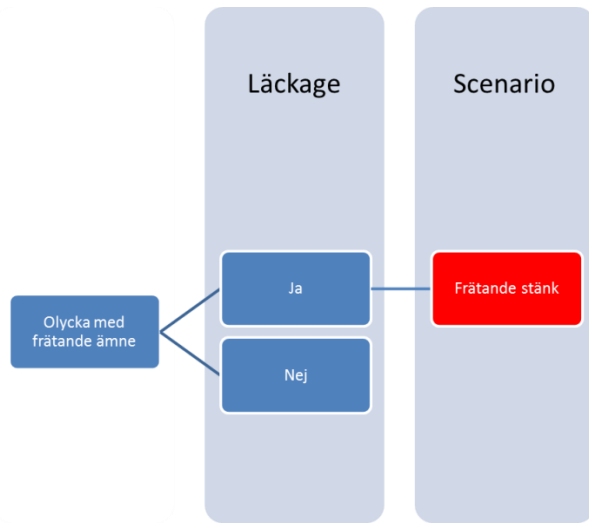
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 3 och Figur 13). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %) <sup>23</sup>. Händelseträdet i Figur 13 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 13. Händelseträd för olycka med brandfarlig vätska.

## 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 14).



Figur 14. Händelsetråd för olyckor med frätande ämnen.

## 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>16</sup> (RIKTSAM). Nedanstående fördelningar är anpassade utifrån resultaten däri förutom för ADR-S klass 2.1 och ADR-S klass 3. 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).

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

Avseende händelseförloppet jetflamma används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan<sup>23</sup>.

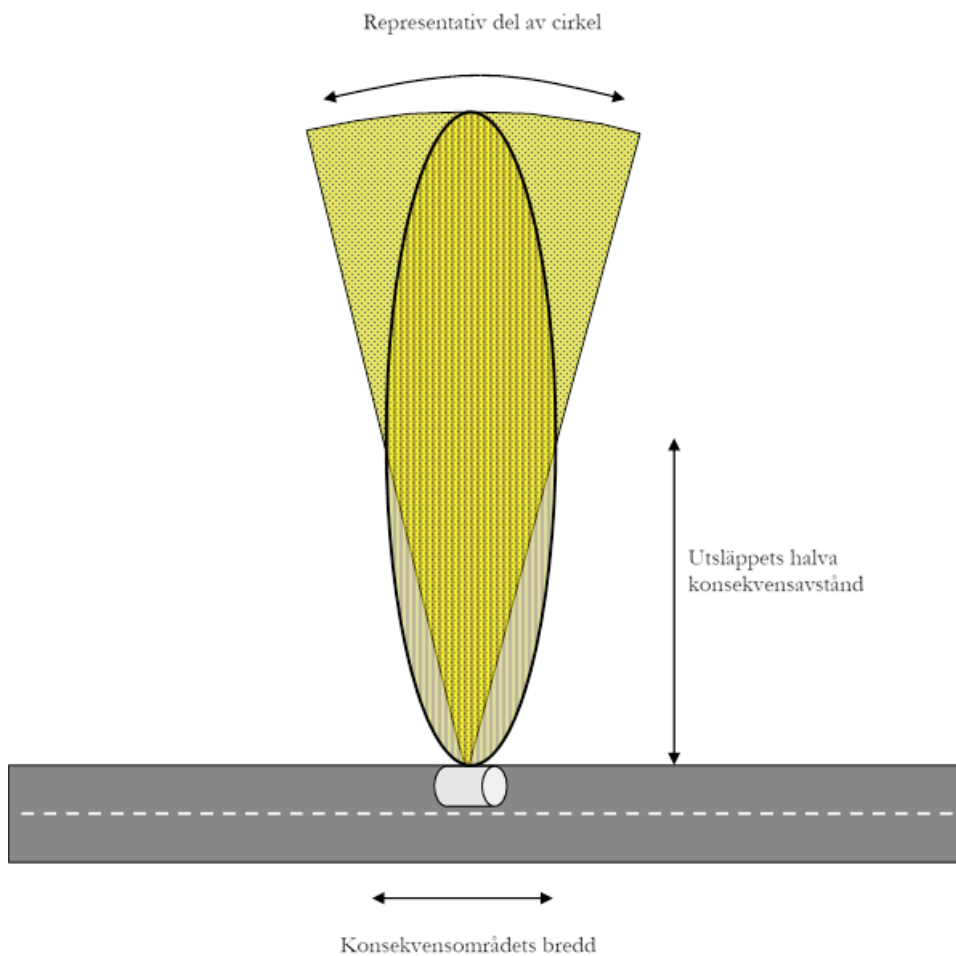
Gällande händelseförloppen gasmolnsexplosion och BLEVE genomförs konsekvensberäkningar. Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1) omfattas av exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Gasol är ett exempel på en kondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg<sup>17</sup>. Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, då gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

### Antaganden

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>19</sup> utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 %<sup>19</sup>.

När ett läckage har skett påverkar väder och vindförhållanden spridning av gaser och ångor. Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961–2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlade data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s<sup>24</sup>. Vindhastighet antas vara 4 m/s. Temperaturen antas vara 15 °C och väderscenariot till stabilitetsklass D vilket är ett konservativt antagande.

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara gaser och giftiga. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område, reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken approximativ spridningsvinkel som konsekvensområdet får, enligt Figur 15.



Figur 15. Konsekvensområdet vid gasutsläpp får ofta en oval form. Utifrån konsekvensområdets längd och bredd approximeras en lämplig cirkelsektor (representativ del av cirkel) för reducering av grundfrekvensen.

Samtliga vindriktningar antas förenklat ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brännbar gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar och att mängden gas i en tankbil alltid är 25 ton.

Vid beräkningar av värmestrålning mot omgivningen definieras acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar till  $15 \text{ kW/m}^2$ .<sup>25</sup>

### BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*<sup>18</sup>. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket värmestrålningen blir så stor att en exponerad person antas omkomma är beräknat till 170 meter.

## *Gasmolnexplosion*

En gasmolnexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning antas hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet förbrännas. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran *Spridning Luft* används för spridningsberäkningarna där avståndet till den undre brännbarhetsgränsen (21 000 ppm)<sup>26</sup> beräknas. Som konsekvensavstånd nyttjas avståndet till brännbarhetsgränsen tillsammans med en säkerhetsmarginal för att ta hänsyn till strålningspåverkan som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Säkerhetsmarginalen beräknas genom en konservativ strålningsberäkning utifrån gasmolnets höjd och bredd, samt i utsläppets riktning.

Beräkningarna resulterar i ett konsekvensområde som enligt Figur 15, approximeras med en cirkelsektor (anges som en vinkel, i grader).

## *Konsekvensavstånd*

Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1, se Tabell 6.

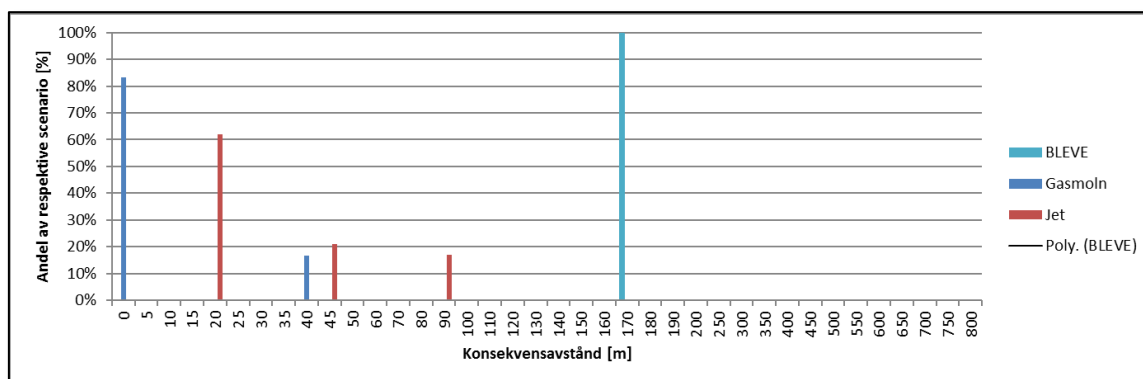
**Tabell 6. Beräknade konsekvensavstånd för plym med gas inom vilket personer antas omkomma.**

Scenario	Konsekvensavstånd [m]	Vinkel [grad]
BLEVE	170	360
Gasmolnexplosion - litet läckage	0*	-
Gasmolnexplosion - mellanstort läckage	0*	-
Gasmolnexplosion - stort läckage	48	35

\* Konsekvensavståndet blir noll meter då läckageflödet är så litet att någon gasvolym med en gaskoncentration inom brännbarhetsområdet inte uppkommer.

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 16.





Figur 16. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

### Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

ADR-S klass 3 omfattas av brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel. Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3<sup>27</sup>. Brandfarliga vätskor med låg flampunkt (till exempel bensin) antänds lättast<sup>28</sup>. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska utgöras av bensin.

#### Antaganden

För beräkningar av konsekvensavstånd för tillämpas den etablerade metoden i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>19</sup>. Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig vätska är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*<sup>19</sup> som *litet*, *medelstort* eller *stort*, utifrån vilken pölstorlek de ger upphov till: 50 m<sup>2</sup> (*litet*), 200 m<sup>2</sup> (*medelstort*) samt 400 m<sup>2</sup> (*stort*). Vid läckage från tankbil med släp bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 25%, 25% och 50%<sup>19</sup>.

I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m. Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Skydd antas finnas längs vägkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds för då bildas en brand som sprider giftiga brandgaser och genererar värmestrålning mot omgivningen. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup>. Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2–3 sekunder) samt acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar<sup>17,25,29</sup>.

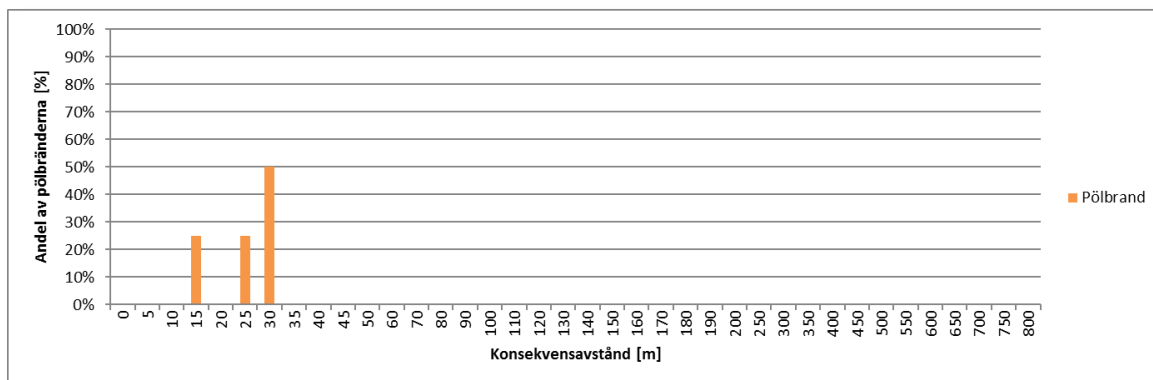
## Konsekvensavstånd

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av beräkningar i enlighet med Bilaga E. Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 3, se Tabell 7.

Tabell 7. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m<sup>2</sup>) för olika pölstorlekar.

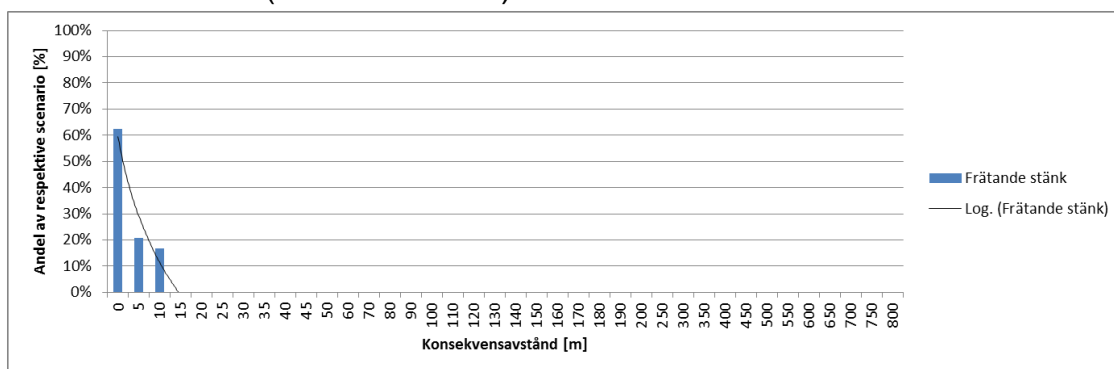
Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]	Fördelning
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	7,1	12 m	25%
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	14,15	22 m	25%
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	20	28 m	50%

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 17.



Figur 17. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för pölbränder (ADR-S klass 3).

## Frätande ämnen (ADR-S klass 8)



Figur 18. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med frätande ämne (ADR-S klass 8).

## Bilaga E Riskuppskattningar för pölbrand

I denna bilaga beskrivs dimensionerande förutsättningar, antaganden och metod för genomförda strålningsberäkningar för pölbrand med avseende påverkan på människa och icke brandklassad fasad.

### Typ av drivmedel

Beroende på vilket drivmedel som släpps ut kommer den utsläppta vätskan vara olika lättantändlig där bensen bildar mycket lättantändliga blandningar medan dieselångor är mer svårantändliga.

Antändning kan ske genom att den gas-/luftblandningen som uppkommer vid en brandfarlig vätska kommer i kontakt med en tändkälla som exempelvis heta motordelar, statisk elektricitet eller en öppen låga. Gas-/luftblandningen är tyngre än luft för samtliga drivmedel. Detta innebär att den ibland kan spridas till lågt liggande utrymmen som kulvertar, rörledningar, källare m.m. eller föras med vinden och antändas på avstånd från själva utsläppspunkten.

Strålningen som avges från en pölbrand med en viss storlek är beroende av förbränningseffektiviteten, förbränningshastigheten per ytenhet samt förbränningsvärmen.

Tabell 8. Förbränningsparametrar för pölbränder för olika drivmedel.

Drivmedel	Förbrännings-effektivitet	Förbränningshastighet per ytenhet	Förbränningsvärme
Bensin	0,730	0,055 kg/m <sup>2</sup> s <sup>31</sup>	43 700 kJ/kg <sup>31</sup>
Diesel	0,730,31	0,048 kg/m <sup>2</sup> s <sup>31</sup>	43 600 kJ/kg <sup>32</sup>

Ur tabellen kan det utläsas att bensin är det drivmedel som kommer att ge upphov till den största utvecklade effekten utifrån en given pölarea. Detta då bensin har både högst förbränningshastighet och förbränningsvärme.

En annan viktig parameter för att bedöma påverkan från pölbranden på bebyggelse är att bedöma en eventuell pölbrands källa och utbredning.

### Strålningsberäkningar avseende pölbränder med brandfarliga vätskor

Värmestrålningen från en pölbrand med brandfarlig vätska kan beräknas i följande steg:

1. Beräkning av brandeffekt för den aktuella pölstorleken
2. Beräkning av flammans höjd och temperatur,
3. Beräkning av synfaktor,
4. Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden.

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd beräknas för att sedan användas för att beräkna den så

kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen. Temperaturen hos flammen ligger till grund för beräkningen av hur mycket infallande strålning som mottas av ytor på olika avstånd från branden.

## Brandeffekt

För pölbränder med relativt stora diametrar (> 2 m) kan brandeffekten från en pöl beräknas utifrån följande samband:

$$\dot{Q} = \chi \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot A_f$$

där

$\dot{Q}$  = utvecklad effekt (kW)

$\chi$  = förbränningseffektivitet

$\dot{m}''$  = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m<sup>2</sup>s)

$\Delta H_c$  = förbränningsvärme (MJ/kg)

$A_f$  = pölstorlek (m<sup>2</sup>)

## Ekvivalent branddiameter

Brandens ekvivalenta diameter (D) beräknas ur:

$$D = \sqrt{\frac{4A_f}{\pi}}$$

## Flamhöjd

Flamhöjden  $H_f$  (m) för kvadratiska pölar och rektangulära pölar där längden på pölen inte är större än två gånger bredden beräknas med hjälp av följande ekvation<sup>30</sup>

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

För pölar där längden är betydligt större än bredden beräknas flamhöjden som:

$$H_f = 0.035 \cdot (\dot{Q}/L)^{2/3}$$

## Flamtemperatur

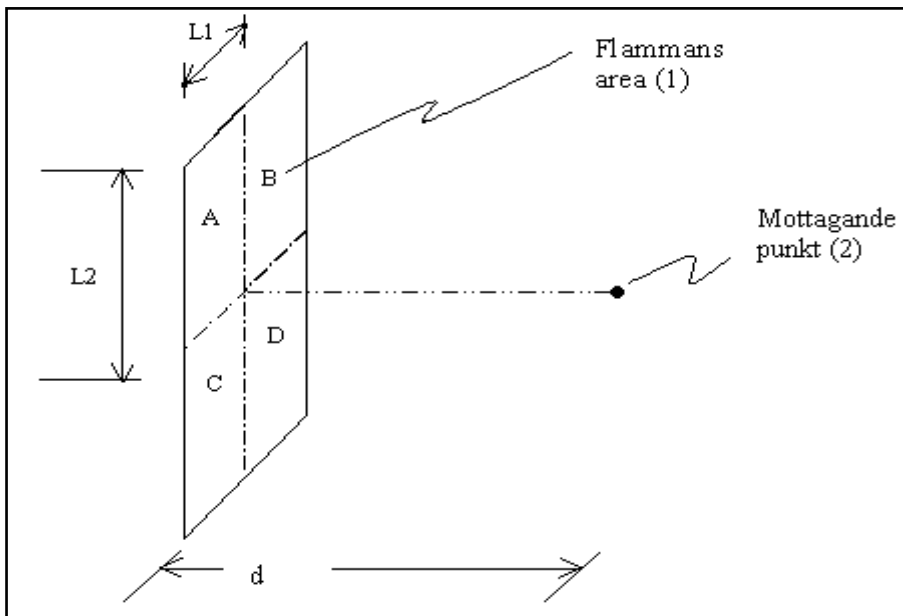
Flamtemperaturen  $T_f$  utgör medeltemperaturen i flammen, temperaturen i själva flamspetsen ( $T_t$ ) är ca 540°C (813 K) och flammans maximala temperatur ( $T_b$ ) antas för samtliga studerade ämnen vara 1000°C (1273 K). Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Utifrån

dessa antaganden kan medeltemperaturen i flammen bestämmas. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flammen och erhålls enligt:

$$T_f = \left( \frac{T_b^4 + T_t^4}{2} \right)^{1/4} = \left( \frac{1273^4 + 813^4}{2} \right)^{1/4} = 1112K$$

## Synfaktor

Synfaktorn  $F$  anger hur stor andel av den emitterade strålningen från flammen (1) som når den mottagande punkten eller ytan (2), se Figur 19. Vid beräkningen av synfaktorn antas att flammen är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då flammen i själva verket normalt är betydligt smalare i toppen än i basen.



Figur 19. Principiell modell för beräkning av synfaktor.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

där  $F_{A1,2}$  beräknas enligt följande:

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

där  $\theta_1$  och  $\theta_2$  är infallande vinkel (i aktuellt fall 0), och  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas på samma sätt för dess mått där:

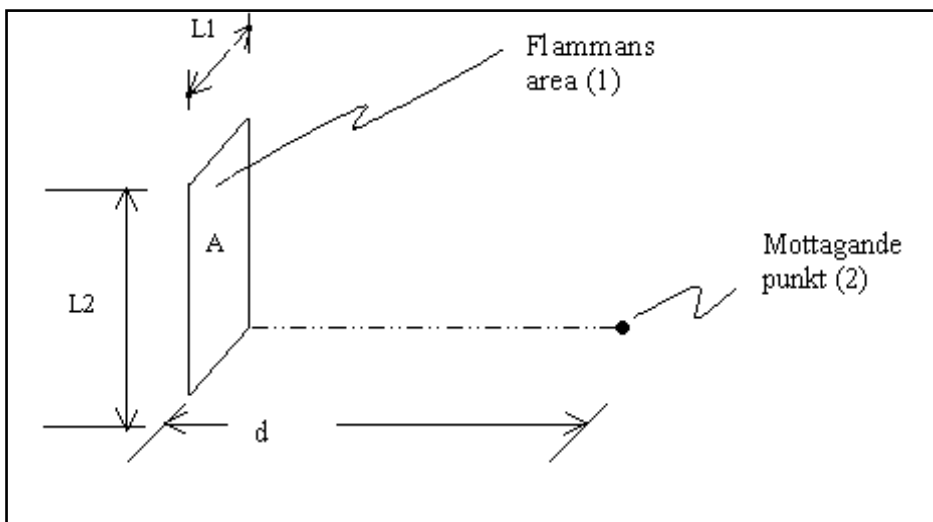
$A_1 = L_1 \cdot L_2$  enligt Figur 20.

För beräkning av respektive ytas synfaktor används följande ekvation

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där

$X = \frac{L_1}{d}$  och  $Y = \frac{L_2}{d}$  enligt Figur 20.



Figur 20. Synfaktor för yta A.

I det fallet då ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att det är den mest kritiska punkten på avståndet d från branden som studeras, vilket är det som eftersöks vid beräkningar av konsekvensavstånd.

### Infallande strålning – vinkelrätt från flaman

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Emissiviteten, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och egenskaper, särskilt vid ytan. Exempelvis kan sägas att en blankpolerad yta har mycket lägre emissivitet än en mörk skrovlig yta. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \varepsilon \sigma F T_f^4$$

där

$q_r''$  = Infallande strålning (kW/m<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Emissionstal

$\sigma$  = Stefan-Boltzmanns konstant (=  $5.67 \times 10^{-11}$  kW/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>)

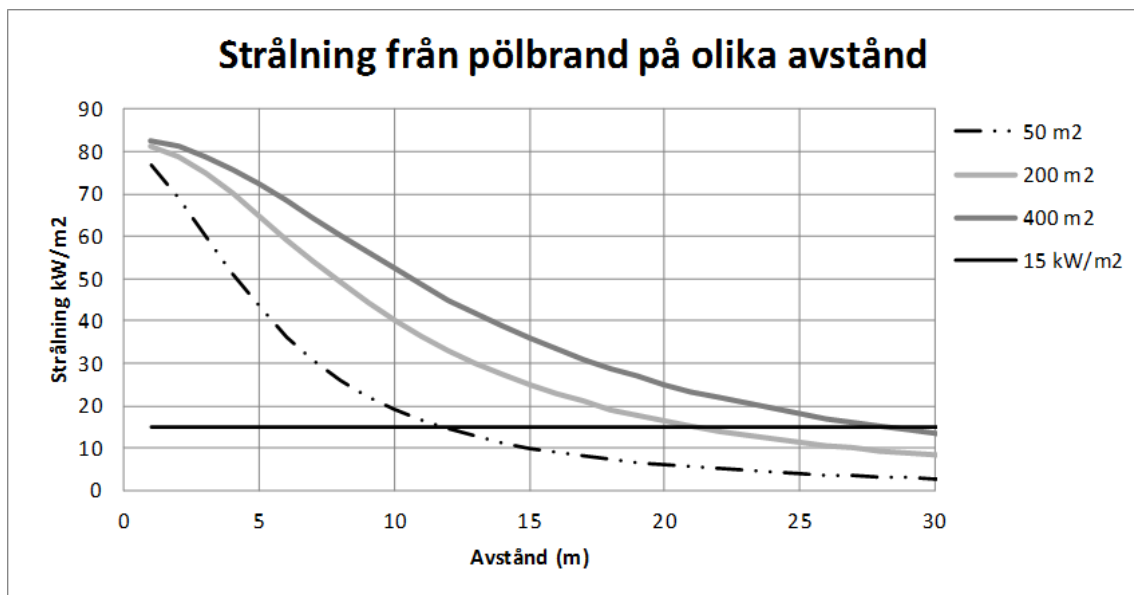
F = Synfaktor

$T_f$  = Flammans medeltemperatur

Emissionstalet för en flamma varierar med materialets egenskaper och tjockleken på flammen, vilket tas hänsyn till i beräkningarna.

## Resultat

De strålningsnivåer som, för olika vätskeformiga drivmedel, kan uppnås till följd av valda pölstorlekar presenteras i Figur 21. Strålningsnivåer värderas mot 15 kW/m<sup>2</sup> (svart streck) som acceptanskriterium för icke brandklassad fasad<sup>25</sup>.



Figur 21. Strålning från pölbränder med bensin i pöl.

De konsekvensbaserade skyddsavstånden för icke brandklassad fasad för valda pölstorlekar visas i

Tabell 9 nedan. Dessa avstånd räknas från väggkant eftersom skydd antas finnas längs väggkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.



**Tabell 9. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m<sup>2</sup>) för olika pölstorlekar.**

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]
Litet utsläpp	50 m <sup>2</sup>	7,1	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m <sup>2</sup>	14,15	22 m
Stort utsläpp	400 m <sup>2</sup>	20	28 m

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

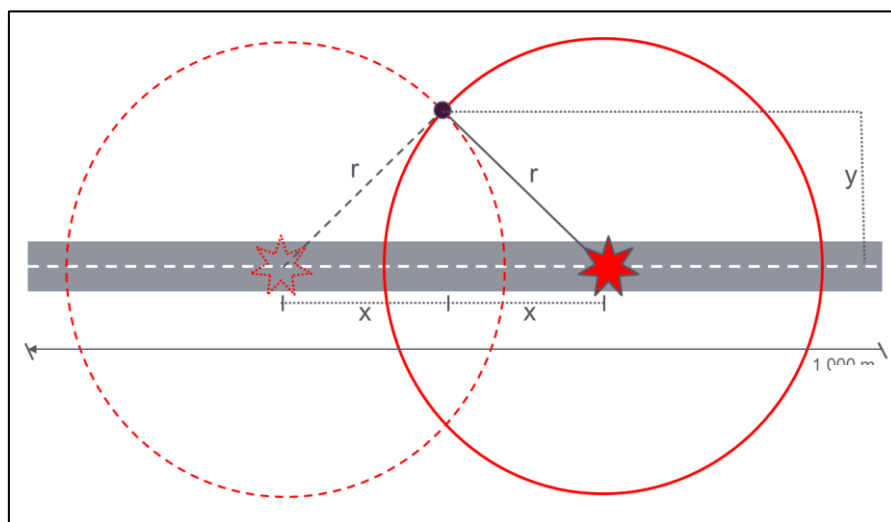
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk genomförs.

### 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>33</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 olycksscenarioet påverkar, se Figur 22.



Figur 22. 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 22 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 olycksscenerierna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på  $y$ ) är:

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

Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir:

$$\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}, \text{ se Tabell 10.}$$

Tabell 10. 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 11. Dessa värden är tillämpade utifrån fördelningen av konsekvensavstånd för samtliga ADR-S klasser.

Tabell 11. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).

	Sannolikhetsfördelning konsekvensavstånd
↓ Olyckan når [m]	Pölbrand
0	x %
5	y %
10	z %
15	w %
...	
800	0 %

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 10 och Tabell 11) ovan redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. 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 13. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenarierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 14.

Tabell 13. Kolumnvis summering av Tabell 12 (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]					
	0	5	10	15	...	800

Reduceringsfaktor 0,051 0,050 0,046 0,040 ... 0

Tabell 14. Justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
Pölbrand	1	Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.
BLEVE Jetflamma	1 0,125	BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning. 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).
Gasmolnsexplosion	0,097222	Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt <sup>22</sup> ge en utbredning av omkring 35 grader i vindriktningen ( $22/360=0,06$ ).

Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 15). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

Tabell 15. Resultande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).

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

## Samhällsrisk

Vid beräkningar av samhällsrisken studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt<sup>34</sup>. En kvadratkilometer stort område kommer därmed även att inkludera ytor runt om planområdet, se Figur 23. I denna riskbedömning är kvadratkilometern placerad med diket längs med väg 263 vid anslutningen till planområdet som dess mitt. Övrig bebyggelse är sedan justerad utifrån avstånd till diket och dess böjning längs vägen. Den aktuella detaljplaneändringen och en befolkningsutveckling till det valda studerade horisontåret år 2040 används i beräkningarna.



Figur 23. Kvadratkilometern för planområdet med väg 263 vid planområdet som dess mitt.

Befolkningsunderlag för boende har tillhandahållits av Sigtuna kommun<sup>35</sup>. Inga ytterligare exploateringsplaner finns för området. Enda identifierade verksamheten inom området är den tillkomna Brandstationen vars uppgifter för antalet som vistas har tillhandahållits av Brandkåren Attunda<sup>36</sup>.

## Boende

I Tabell 16 redovisas statistiken över befolkningsantal utifrån information från Sigtuna kommun<sup>35</sup>. Befolkningen utgörs av antalet folkbokförda i området. Av dessa antas 90% vara borta 10 timmar per dygn.

**Tabell 16. Boende inom kvadratkilometer kring planområdet.**

Boende			
Område	Antal i dagsläget	Antal 2040	Genomsnitt över dygn, 2040
Norr om vägen mellan 35m och 240m	161	262	165

Sigtuna kommuns befolkning var 2019 drygt 48 000 och befolkningsprognosen visar på en befolkningsökning till över 60 000 invånare år 2028<sup>37</sup>. Vilket ger en ökning på cirka 2,34% per år. Denna ökning nyttjas i utbyggnadsalternativet för att räkna upp befolkningen till år 2040.

### Sysselsatta

Antalet sysselsatta inom kvadratkilometern innefattar de verksamma inom Brandkåren Attunda och ambulanspersonal. Uppskattning om antalet sysselsatta på brandstationens område har tillhandahållits från Brandkåren Attunda<sup>36</sup>. Brandstationen är bemannad med brandkår och ambulansverksamhet dygnet runt vilket medför att antalet sysselsatta delas in utifrån när på dygnet de är verksamma dag respektive natt. Beläggningen antas vara 100% och antalet timmar för sysselsatta dag respektive natt antas vara 10 och 14 timmar. Samtliga verksamma antas finnas på ett avstånd mellan 15 och 35 m från diket, vilket är ett konservativt antagande. Sammanställningen av antalet verksamma inom området kan ses i Tabell 17.

**Tabell 17. Antalet sysselsatta inom planområdet.**

Sysselsatta				
Tid på dygn	Antal	Antal timmar	Uppskattad beläggning	Genomsnitt över dygn
Dag	24 (varav 8 ambulans)	10	100%	10
Natt	8 (varav 2 ambulans)	14	100%	5

Inga ytterligare verksamheter har identifierats inom den undersökta kvadratkilometern.

### Besökare

Utöver boende och verksamma i området antas även ett antal besökare tillkomma i området. För brandstationens verksamhet antas ett besökarantal på 5 personer under dagtid och beräknas in inom planområdet. Vidare antas även ytterligare 5 besökare på andra sida om vägen vilka antas ströva på avstånd längre än 25 meter från vägen.

Tabell 18. Antalet besökare som antas befinna sig inom planområdet.

Besökare	Antal	Genomsnitt över dygn
Brandstationen	5	2
Strövare	5	5

### Använda värden

Kvadratkilometern inom programrådet har delats upp i åtta delar - fyra delar norr om och fyra delar söder om diket längs väg 263. 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 diket längs väg 263).

Nedan redovisas underlag för uppskattning av antal människor som vistas inom planområdet och den omgivande kvadratkilometern. Utifrån uppskattningar av genomsnittligt antal människor i området, kan också persontätheter för de olika delområden beräknas (personer/km<sup>2</sup>).

### Väg 263

Utbyggnadsalternativet (persontäthet)

	Total [personer/km <sup>2</sup> ]	
240-500 m	0	Norr
35-240 m	1278	
15-35 m	850	
0-15 m	0	
Dike längs väg 263		
0-15 m	0	Söder
15-35 m	250	
35-240 m	0	
240-500 m	0	

<1 000 meter>

**Bilaga G Referenslista Bilaga A-F**

- 
- <sup>16</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>17</sup> Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- <sup>18</sup> FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- <sup>19</sup> Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- <sup>20</sup> SPBI (2010). *Energiinnehåll, densitet och koldioxidutsläpp*. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet
- <sup>21</sup> Östlund, J. (2019). Mail 2019-12-04. Brandkåren Attunda.
- <sup>22</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>23</sup> Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. OS147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).
- <sup>24</sup> SMHI (2006). Vindstatistik för Sverige 1961-2004. 25 maj 2006, Hans Alexandersson.
- <sup>25</sup> Lunds Universitet et al. (2012). Brandskyddshandboken.
- <sup>26</sup> CDC (2018). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Propane. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/74986.html> , hämtat: 2018-03-21.
- <sup>27</sup> SPBI (2018). Statistik. <http://spbi.se/statistik/> , 2018-06-12. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, 2018.
- <sup>28</sup> Räddningsverket (2000). *Räddningskemi - Farliga ämnen*. Räddningsverket, Halmemies, Sakari, 2000.
- <sup>29</sup> BBR. Boverkets byggregler, BFS 2006:12. u.o., Karlskrona : Boverket, 2006
- <sup>30</sup> Karlsson, B & Quintiere, J.G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*, 2000.
- <sup>31</sup> Tewarson, A. (2002). *Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire – Chapter 3.4 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3<sup>rd</sup> Edition*, Quincy, 2002.
- <sup>32</sup> Miljöförvaltningen i Stockholm kommun (2006). *Säkerhetsaspekter med E85 som drivmedel*, Stockholm, 2006.
- <sup>33</sup> Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- <sup>34</sup> Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- <sup>35</sup> Svensson, F. (2019). Mail 2019-11-07. Sigtuna kommun.
- <sup>36</sup> Bergqvist, K. (2019). Uppskattat antal verksamma inom planområdet, tillhandahållit under möte 2019-11-01.



---

<sup>37</sup> Sweco Society (2019). *Sigtuna befolkningsprognos 2019–2028*. Sweco,