

RISKBEDÖMNING

Detaljplan för del av Sättra 2:1, Mälaräng i Stockholms stad



Beställare: Exploateringskontoret, Stockholms stad
Beställarens namn: Sara Andersson
Konsultbolag: Structor Riskbyrån AB
Uppdragsnamn: Riskbedömning – Detaljplan för del av fastighet Sättra 2:1, Mäläräng i Stockholms stad
Uppdragsnummer: 1009–110
Datum: 2018-11-19
Uppdragsansvarig: Lisa Zamani
Handläggare: Lisa Zamani
Granskare: Joel Omran

Status: Slutgiltig handling

Revision	Datum	Revidering avser
1	2018-03-06	Ursprunglig handling
2	2018-11-19	Uppdaterat med förtydliganden avseende riskreducerande åtgärder, med anledning av Länsstyrelsens yttrande på handlingen.

Sammanfattning

Structor Riskbyrån har fått i uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholms stad att genomföra en riskbedömning för detaljplan för del av fastighet Sätra 2:1, Mäläräng. Detaljplanen syftar till att omvandla området kring Bredängs trafikplats till en funktionsblandad bebyggelse. Bebyggelsen planeras innehålla främst bostäder, men planen möjliggör även handel, centrum, kontor, skola och förskola.

Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag. Bearbetningar av strukturförslaget har genomförts i projektet under tidigt 2018, vilka innebär att delar av planområdet har utgått samt att kvarteret längst i väster har minskats till förmån för ett mindre men mer slutet kvarter. Ett mindre kvarter innebär färre människor och kan innebära en något överskattad samhällsrisk. Ändringar i strukturförslaget bedöms dock inte påverka riskbedömningens övergripande resultat och slutsatser.

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att Stockholms Stad ska kunna hantera olycksrisker på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen och Miljöbalken. Utredningen syftar till att Stockholms stad i detaljplaneskedet ska kunna ta ställning till och vid behov reducera uppskattade risknivåer. I uppdraget beaktas:

- Olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på bl.a. Södertäljevägen (E18/E20) samt andra riskfyllda verksamheter inom och i närheten av planområdet med en påverkan på planområdet.
- Olycksrisker till följd av ny placering av drivmedelsstation inom planområdet och dess påverkan på omgivningen.

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

Resultatet av genomförd riskbedömning avseende Södertäljevägen visar en acceptabel individrisk för samtlig bebyggelse inom planområdet. Samhällsrisknivån är belägen i ALARP-området, det vill säga där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. För att hantera de förhöjda samhällsrisknivåerna behöver därmed åtgärder vidtas. Det största bidraget till risknivåerna i anslutning till planområdet kommer från olyckor med transporter av gaser (ADR-S klass 2). Olycksscenarierna är på grund av sina egenskaper svåra att hantera med fysiska riskreducerande åtgärder i bebyggelsen. Mot bakgrund av detta förslås följande åtgärder, vilka bedöms ge en riskreducerande effekt:

- Placering av ventilationsintag i byggnadssida som vetter bort från Södertäljevägen minskar risken för att brandfarlig gas transporteras in i byggnader. Åtgärden föreslås för bebyggelse närmast Södertäljevägen, till och med den första husraden med bostäder. Ventilationen i denna bebyggelse bör också vara möjlig att stänga av.
- En åtgärd som ger viss riskreducerande effekt är att möjliggöra utrymning i byggnadssida som vetter bort från riskkällan. Denna åtgärd rekommenderas då den

bedöms enkel att genomföra och gäller bebyggelse närmast Södertäljevägen, till och med den första husraden med bostäder.

- För bebyggelse intill avfarten rekommenderas trots den acceptabelt låga individrisknivån avåkningskydd längs med avfarten samt skydd mot spridning av brandfarlig vätska mot byggnaden med studentbostäder. Detta för att minska andel scenarier som medför påverkan på byggnaden och människor däri.
- Även längs Bredängsvägen är individrisknivån acceptabelt låg. På grund av närheten mellan vägen och bebyggelsen rekommenderas trots detta att utrymning i byggnadssida som vetter bort från riskkällan ska möjliggöras.
- Därtill rekommenderas komplettering av avåkningskydd vid Södertäljevägen längs med den så kallade handelsbyggnaden, för att minska risken för avåkning som innebär att fordon hamnar så nära bygganden att den kan komma att påverkas av värmestrålning vid en eventuell brand. Denna rekommendation gäller förutsatt att byggnaden nyttjas för handels- och centrumverksamhet, i annat fall gäller enbart ovan nämnda rekommendation avseende placering av ventilationsintag och utrymningsvägar.

Avseende drivmedelsstationen rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholm i nybyggnadsfall ett avstånd om 100 meter mellan drivmedelsstationer och bostäder samt ett minimiavstånd om 50 meter. Utifrån det faktum att endast brandfarliga vätskor ska hanteras, och att inga scenarier identifieras som ger längre konsekvensavstånd än 20 meter, så bedöms ett avsteg från rekommendationen vara möjligt. Detta avsteg bör kompenseras med följande åtgärder, vilka omfattas av föreslagen planbeskrivning:

- Storleksordningen på de avstånd som är föreslagna hålls, dvs. ca 50 meter till pumpar och ca 90 meter till lossningsplats. Det rekommenderas att lokalisering av installationer för centralpåfyllning regleras i detaljplanen.
- Föreslaget plank med klängväxter mellan drivmedelsstationen och bostäder.

Innehåll

1. Inledning	6
1.1. Syfte och mål.....	6
1.2. Avgränsningar	6
1.3. Underlagsmaterial	7
1.4. Disposition	7
1.5. Revideringar	7
2. Områdesbeskrivning	8
2.1. Omgivningsbeskrivning	8
2.2. Planområde och planerad markanvändning	8
3. Omfattning av riskhantering	10
3.1. Kravbild.....	10
3.2. Metod och genomförande	11
4. Riskidentifiering	15
4.1. Riskkällor	15
4.2. Skyddsvärt.....	19
4.3. Identifierade händelser och olycksscenarioer	19
5. Riskanalys	20
5.1. Farligt gods på väg	20
5.2. Drivmedelsstation	27
6. Riskvärdering och åtgärder	28
6.1. Farligt gods på väg	28
6.2. Drivmedelsstation	31
6.3. Ställningstaganden kring åtgärder	31
7. Slutsats	33
8. Referenslista	35
Bilaga A Olycksscenarioer för olycka med transport av farligt gods	36
Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – indata och metod 37	
Bilaga C Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Händelseträdsmetodik	38
Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods	44
Bilaga E Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods	47
Bilaga F Resultat för transport av farligt gods på avfarten separat	55
Bilaga G Riskuppskattningar för pölbrand vid drivmedelsstation	56
Bilaga H Referenslista Bilaga A-E	61

1. INLEDNING

Structor Riskbyrå har fått i uppdrag av Exploateringskontoret i Stockholms stad att genomföra en riskbedömning för detaljplan för del av fastighet Sätra 2:1, Mäläräng. Detaljplanen benämns vidare Mäläräng.

Genom rubricerad detaljplan vill Stockholms stad omvandla området kring Bredängs trafikplats till en funktionsblandad bebyggelse. De största ytorna reserveras för bostadsbebyggelse, men planen ska även möjliggöra handel, centrum, kontor, skola och förskola. Kring det aktuella planområdet bor och verkar redan idag många människor.

Med anledning av närheten till riskkällor samt den stora ökningen av personer som kommer bo och vistas i området vid exploatering enligt planförslaget har ett behov identifierats av att ta fram en riskbedömning.

Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag. Bearbetningar av strukturförslaget har genomförts i projektet under tidigt 2018, vilka innebär att delar av planområdet har utgått samt att kvarteret längst i väster har minskats till förmån för ett mindre men mer slutet kvarter. Eventuella konsekvenser av denna förändring beaktas övergripande.

1.1. Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att skapa ett beslutsunderlag för att i detaljplanen ska kunna hantera olycksrisker på ett tillfredställande sätt enligt Plan- och bygglagen¹ och Miljöbalken². I uppdraget beaktas:

- Olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods samt andra riskfyllda verksamheter inom och i närheten av planområdet med en påverkan på planområdet.
- Olycksrisker till följd av ny placering av drivmedelsstation inom planområdet och dess påverkan på omgivningen.

Målet är att bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet genom att beakta bl.a. individ- och samhällsrisknivåer för planområdet och vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Utredningen syftar till att Stockholms stad i detaljplaneskedet ska kunna ta ställning till och vid behov reducera uppskattade risknivåer.

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.

Räddningstjänstens insatsmöjligheter samt tillgång till brandvattenförsörjning behöver säkerställas i fortsatt planering. Räddningstjänsten är att betrakta som en samhällsviktig funktion som behöver beaktas i planläggning av mark- och vatten.

1.3. Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har funnits tillgängligt vid genomförandet av denna riskbedömning:

- Samrådshandling, Förslag detaljplan för del av fastigheten Sätra 2:1, Mäläräng³.
- Samrådshandling, Planbeskrivning detaljplan för Mäläräng⁴.

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.

1.5. Revideringar

Revidering sedan föregående version är markerade med vertikalt streck i vänster marginal likt detta stycke.

2. OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs planområdet samt dess närmaste omgivning.

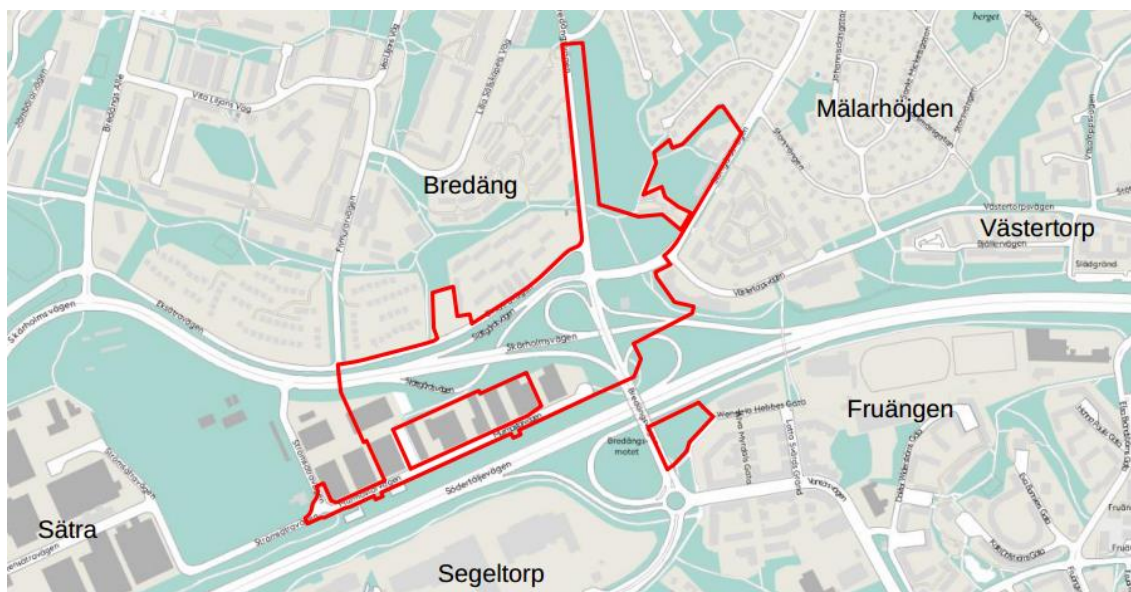
2.1. Omgivningsbeskrivning

Det aktuella planområdet är beläget i direkt anslutning till Södertäljevägen. Området kring Bredängs trafikplats domineras idag av trafikytor och en förutsättning för exploatering inom aktuellt planområde är förändringar i den befintliga trafikstrukturen.

Kring det aktuella planområdet bor och verkar redan idag många människor. I området finns verksamheter, bland annat flera bilhandlare. I anslutning till trafikplatsen finns en drivmedelsstation. Cirka 250 meter norr om Södertäljevägen finns en skola belägen.

2.2. Planområde och planerad markanvändning

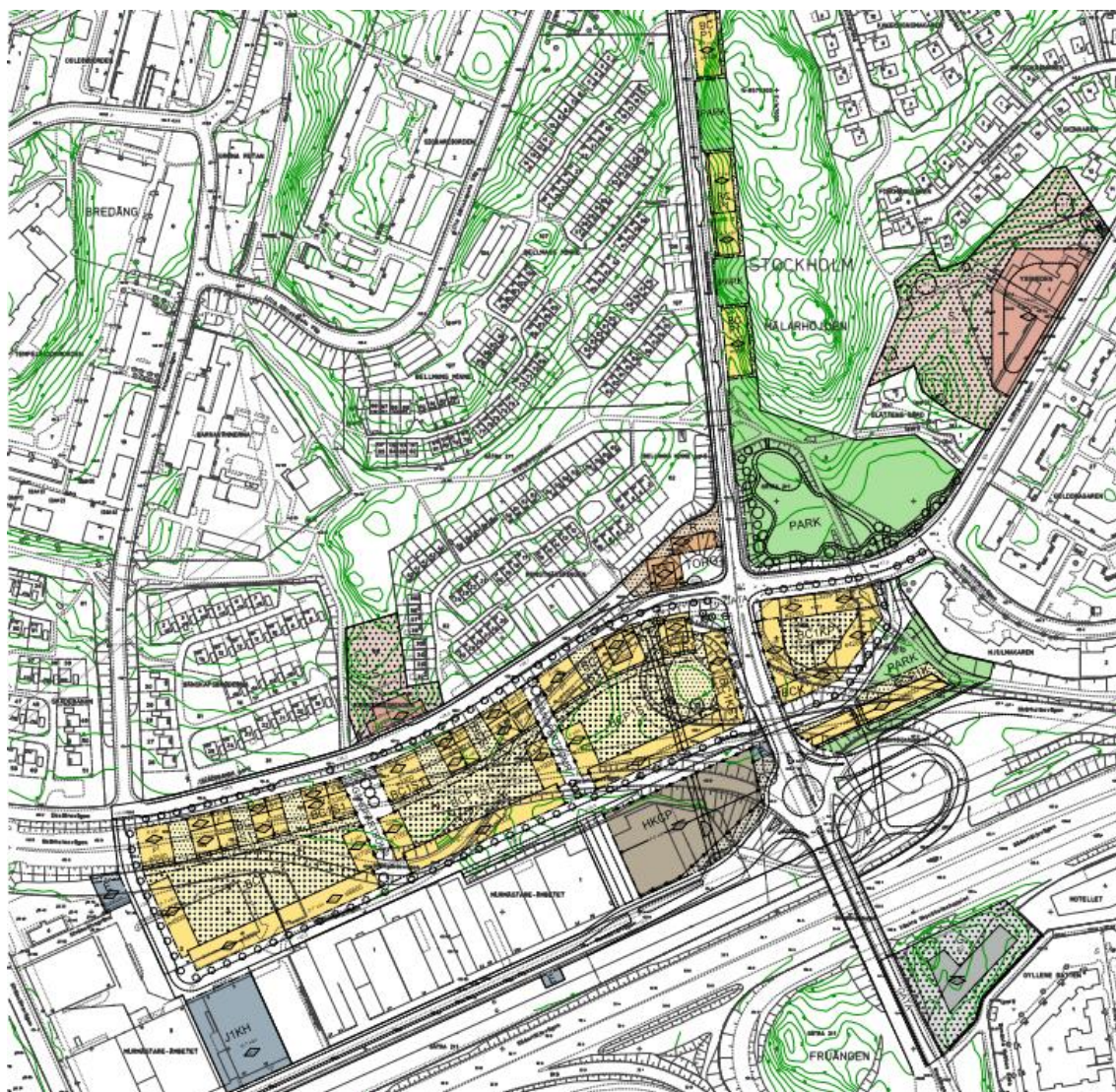
Genom rubricerad detaljplan vill Stockholms stad omvandla området kring Bredängs trafikplats till en funktionsblandad bebyggelse. De största ytorna reserveras för bostadsbebyggelse, men detaljplanen ska även möjliggöra handel, centrum, kontor, skola och förskola. Planområdet består av flera geografiska områden som inte är sammanhängande, se Figur 1.



Figur 1. Aktuellt planområde markerat i rött. Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag.

Detaljplanen möjliggör omkring 1100 lägenheter, en separat förskola med åtta avdelningar, en grundskola med plats för 900 elever, ca 700 kvm tillkommande ytor för handel samt centrumändamål i bottenvåningar (handelshuset) och flyttad drivmedelsstation. Det finns idag en drivmedelsstation inom planområdet men den skall flyttas till ett annat läge inom planområdet. Drivmedelsstationen hanterar vätskeformiga drivmedel i form av diesel och bensin.

På södra sidan om Södertäljevägen utreds nytt läge för drivmedelsstationen, se Figur 2. Drivmedelsstationens utformning är översiktligt studerad och kommer bearbetas i fortsatt process och bero delvis på aktuell riskbild. I studerat förslag är drivmedelspumpar minst 50 meter från närmaste bostadfasad och centralpåfyllning ca 90 meter från närmaste bostadsfasad.



Figur 2. Förslag detaljplan för del av fastigheten Sättra 2:1, Mäläräng. Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag.

Avståndet från tillkommande bebyggelse i planområdet till Södertäljevägen planeras vara som minst ca 50 meter. De närmaste bostäderna är för studenter och belägna ca 115–120 meter från Södertäljevägen och ligger 15–20 meter bort från den planerade avfarten där det går transporter med farligt gods till verksamheter i området. Övrig tillkommande bostadsbebyggelse är belägen på ett avstånd av ca 150 meter bort. Den tillkommande skolan och förskolan placeras ca 250 meter norr om Södertäljevägen.

3. OMFATTNING AV RISKHANTERING

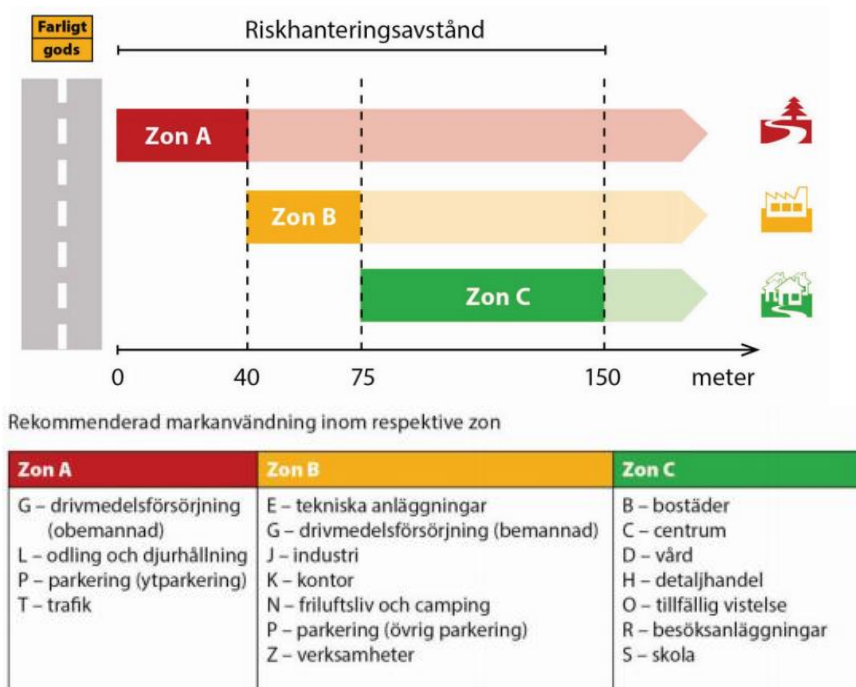
I detta kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering i förhållande till gällande kravbild. Likaså beskrivs genomförandet och vilken metodik som används.

3.1. Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen¹ och Miljöbalken². 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 och drivmedelsstationer.

3.1.1. Transportinfrastruktur: Väg

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*⁵. Även 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*⁶ beaktas, 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.

Nämnda riktlinje anger att risker kopplade till transporter av farligt gods ska beaktas även på vägar som inte är rekommenderade för transporter av farligt gods, om det är sannolikt att sådana transporter kommer att förekomma.

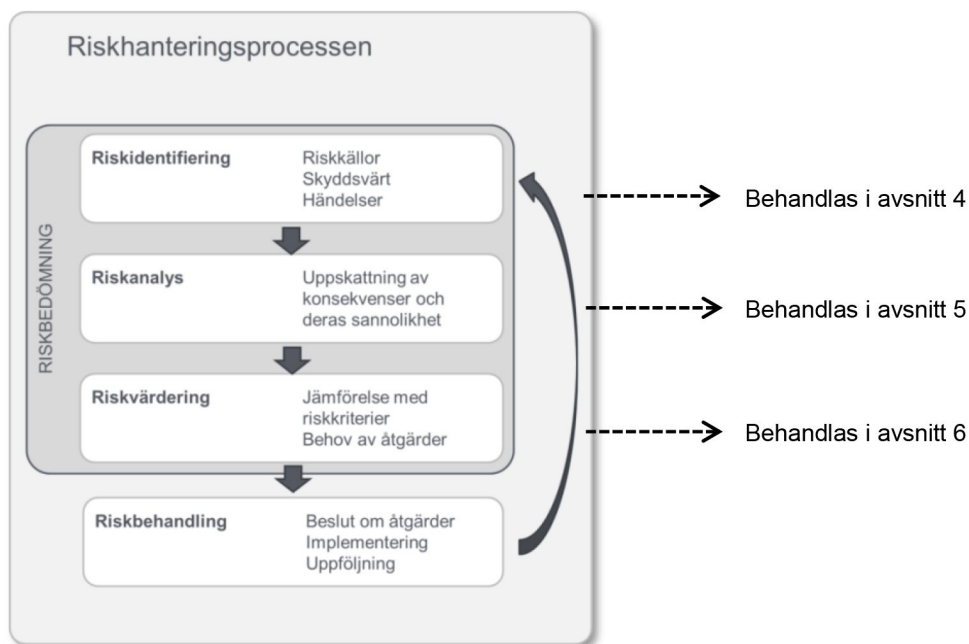
3.1.2. Riskfyllda verksamheter: Drivmedelsstationer

Inom planområdet omlokaliseras en drivmedelsstation med hantering av brandfarliga varor. Länsstyrelsen i Stockholms län anser att i nybyggnadsfallet bör ambitionen vara att hålla ett avstånd om 100 meter till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus eller samlingsplatser där oskyddade människor kommer att uppehålla sig. De anger också ett minimiavstånd om 50 meter ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt som alltid bör hållas⁷. Länsstyrelsen och Boverket föreslår ett riskhanteringsavstånd på 100 meter till drivmedelsstationer i fysisk planering^{7,8}, vilket innebär att om 100 meter inte upprätthålls ska risksituationen utifrån påverkan på människa analyseras och bedömas inom detta avstånd. Till följd av detta genomförs en riskbedömning för att uppfylla ovanstående rekommendationer.

Anordningar för hantering av brandfarliga eller explosiva varor ska vara inrättade på ett betryggande sätt med hänsyn till brand- och explosionsrisken samt konsekvenserna av en brand enligt 10§ i Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE)⁹. Riskutredning måste genomföras för att en tillståndspliktig verksamhet ska få bedrivas, enligt 7§ LBE. Detta gäller både påverkan inom anläggningen och påverkan från omgivningen på anläggningen. LBE tar dock ingen hänsyn till påverkan från anläggningen på omgivningen¹⁰.

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 000¹¹, se Figur 2. Riskbehandlingen (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta åligger kommunen genom fastställande av planen och dess planbestämmelser.



Figur 2. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000¹¹. Denna rapport hanterar de delar som benämns ”Riskbedömning”.

3.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen av riskkällor görs dels utifrån underlag från Länsstyrelsen¹², Stor Stockholms brandförsvär (SSBF)¹³ och Trafikverket¹⁴, dels med utgångspunkt i avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika verksamheterna och planområdet. Nedanstående riskkällor beaktas.

Riskkällor i omgivningen

- Transportinfrastruktur

Den transportinfrastruktur som behandlas utgörs primärt av rekommenderade transportleder för farligt gods^{5,15}, men även lokala vägnät där transporter med farligt gods bedöms kunna förekomma. Vid spårbunden trafik utan transporter med farligt gods beaktas urspårningsrisk⁶.

- Riskfyllda verksamheter.

De verksamheter som beaktas utgörs av de som presenteras i länsstyrelsens WebbGIS¹⁵ och omfattar s.k. farliga verksamheter enligt Lag om skydd mot olyckor, 2 kap 4§, bensin- och drivmedelstationer^{15,16} samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen¹⁵. Verksamheter med tillstånd enligt Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor¹⁷ beaktas även.

Riskkällor inom planområdet

Inom planområdet beaktas omlokalisering av en drivmedelsstation vid Bredängs trafikplats.

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 respektive riskfyllda verksamheter som beaktas i riskbedömningen.

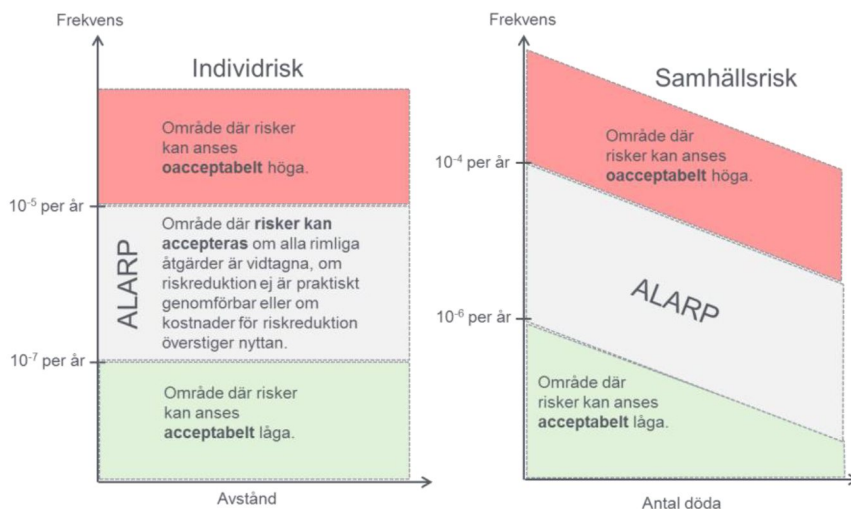
Transportinfrastruktur: Väg

Underlag för transporter av farligt gods förbi planområdet identifieras utifrån statistik för transporter av farligt gods i Sverige^{18,19} samt mätningar genomförda på Södertäljevägen^{20,21}. För avfarten från motorvägen inom planområdet inventeras transporterna med farligt gods utifrån målpunkter som bedöms vara sådana att transporterna använder denna avfart.

Riskanalysen för risker kopplade till transporter av farligt gods utförs kvantitativt genom att de två riskmåten 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. Riskens 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 DNV²² att användas, se Figur 3. Dessa är tillämpbara för de två riskmåten individrisk och samhällsrisk.



Figur 3. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån DNV²². ALARP-området definieras på samma sätt för individ- som samhällsrisik.

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används rapporten *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*²³ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*²⁴.

Riskfyllda verksamheter: Drivmedelsstationer

Riskbedömningen för risker kopplade till olyckor med hantering av brandfarliga varor vid drivmedelsstationen utförs med ett konsekvensbaserat (deterministiskt) perspektiv. Bedömningen omfattar riskpåverkan på människor.

Att uppskatta sannolikheter för ett utsläpp från en specifik drivmedelsstation är förknippat med svårigheter. Det tillgängliga statistiska underlaget för felfrekvenser och dylika förutsättningar är begränsat. Extrapoleringar krävs som tillför beräkningarna stora osäkerheter. Av dessa anledningar utförs analysen av riskerna förknippade med hanteringen av brandfarliga varor med ett konsekvensbaserat (deterministiskt) perspektiv. Där identifieras olycksscenarioer som kan inträffa och deras påverkan utreds genom kvantitativa beräkningar av värmestrålning mot omgivningen. Det samhällsrisikbidrag som drivmedelsstationen bidrar med kommer inte kvantifieras och inte sammanlagras med det som uppstår med hänsyn till transport av farligt gods enligt tidigare avsnitt.

För avstånden som följer av LBE har ingen hänsyn tagits till samhällsrisiken¹⁰. Det innebär att avstånden är lika stora oberoende på hur många personer som vistas i området och på så sätt är utsatta för riskpåverkan.

Vid beräkningar av värmestrålning mot omgivningen definieras kritiska nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar till 15 kW/m².²⁵ För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier kommer beräknad värmestrålning att jämföras mot dessa kriterier. Nivåer som understiger dessa nivåer bedöms som acceptabla.

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

Nedan redovisas riskkällor inom 150 meter från planområdet. 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. Transportinfrastruktur - Södertäljevägen

Transporter av farligt gods sker på Södertäljevägen som utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods¹⁵. De primära transportvägarna bildar ett huvudvägnät för genomfartstrafik och ska användas så långt som möjligt för transporter av farligt gods. Avståndet från tillkommande bebyggelse i planområdet till Södertäljevägen planeras vara som minst ca 50 meter.

Södertäljevägen är en väl trafikerad transportled med en hastighetsbegränsning på 80 km/h förbi Mäläräng. För uppskattning av trafikflödet har trafikprognoser som projektet nyttjat i bullerutredningen använts²⁶. Trafiksiffrorna är framtagna för år 2040 och utbyggnadsalternativet baseras på detta år. Trafiken på Södertäljevägen redovisas i Tabell 1.

Utgångspunkt för mängd farligt gods på Södertäljevägen har varit ett nationellt genomsnitt för andel farligt gods. Detta då Södertäljevägen har genomfartstrafik och höga flöden. Fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFANA) 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 lastbilar^{18,19}. Antal transporter har sedan beräknats utifrån trafikmängder och andel tung trafik.

Tabell 1. Trafiksiffror för Södertäljevägen.

Variabel	Utbyggnadsalternativ	Känslighetsanalys 1
Trafik [fordon/dygn]	110 000	110 000
Andel tung trafik [%]	10	10
Antal fordon med farligt gods [antal/dygn]	294	232

Det nationella genomsnittet för fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2012 och 2016^{18,19} redovisas i Tabell 2. Det finns även platsspecifika farligt gods siffror då mätningar²⁰ har genomförts genom att detektera fordon skyltade med farligt gods som nyttjas som känslighetsanalys 1. Dessa mätningar genomfördes maj och oktober 2015 under 29 dagar. En fördjupad analys begärdes sedan av Trafikkontoret där det ingick bl.a. ruttanalyser av farligt gods²¹. Mätningarna för transporter av farligt gods som går på Södertäljevägen redovisas i Tabell 2.

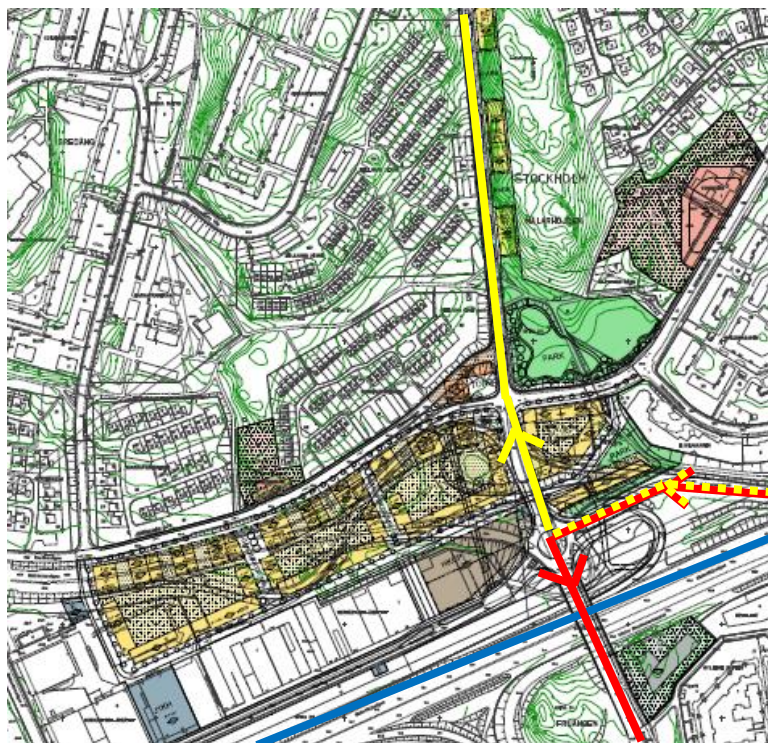
Tabell 2. Fördelning av transporter med farligt gods som nyttjas för Södertäljevägen.

ADR-S-klass	Utbyggnadsalternativ – Nationellt snitt 2040. Andel [%]	Känslighetsanalys 1 – Mätningar 2015. Andel [%]
1	0,72	1
2.1	6,69	6
2.2	21,57	12
2.3	0,04	
3	47,80	42
4	1,08	1
5	2,36	1
6	4,31	4
7	0,28	
8	12,77	13
9	2,60	19
Totalt	100	100

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

4.1.2. Transportinfrastruktur – Avfart inom planområdet

De bostäder som planeras närmst Södertäljevägen (115–120 meter) planeras cirka 15–20 meter ifrån avfartsrampen inom planområdet, se Figur 3. Det exakta avståndet är ännu inte fastställt, bland annat eftersom det finns önskemål om att möjliggöra ett busskörfält innanför det körfält som finns med i befintlig plan. Det kortaste avståndet som bedöms kunna bli aktuellt är 15 meter^{27, 28}, vilket är utgångspunkter för fortsatt analys och värdering.



Figur 3. Illustration över transporter på avfarten inom området som går norr och söder ut. Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag.

Transporter av farligt gods går till och från verksamheter norr och söder om Södertäljevägen i planområdets närhet, se Figur 4.



Figur 4. Drivmedelsstationer norr och söder om området som alstrar transporter på avfarten.

Transporterna går främst till drivmedelsstationer i området och utgörs av brandfarliga vätskor. Flödet är förhållandevis lågt på avfarten. 564 transporter^{29,30,32} per år sker till drivmedelsstationer norr och söder om planområdet. Dessa data ger i snitt elva transporter med farligt gods per vecka. Samtliga av dessa transporter av farligt gods antas gå på avfarten, trots att de är endast de transporter som kommer norr ifrån som går på avfarten. Utöver det läggs till att en av drivmedelsstationerna får gas³¹ för att analysera ett tänkbart scenario för år 2040, se Tabell 3. Detta antagande görs då brandfarliga gaser har längre konsekvensavstånd än brandfarliga vätskor.

Tabell 3. Fördelning av transporter med farligt gods på avfarten.

ADR-S-klass	Utbyggnadsalternativ –Dagens drivmedelsstationer samt en station får gas. Andel [%]
2.1	250
3	564
Totalt	814

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

4.1.3. Transportinfrastruktur – Bredängsvägen

En av drivmedelsstationerna ligger norr om planområdet och har transporter med brandfarliga vätskor som löper genom planområdet på Bredängsvägen. Bredängsvägen är inte en rekommenderad transportled för farligt gods. Det gick 39 leveranser³⁰ år 2016 till denna drivmedelsstation. Denna drivmedelsstation är belägen i ett område där planer

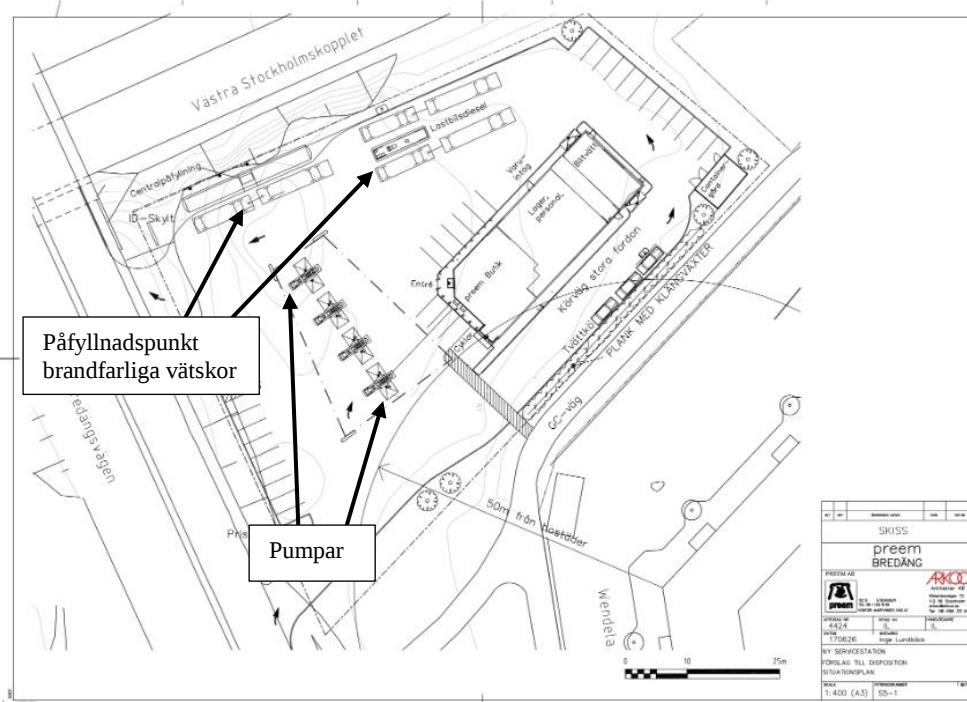
för framtida stadsutveckling finns. Detta tillsammans med det faktum att drivmedelsstationen är liten, gör att den troligtvis kommer att avvecklas på sikt. Tidpunkten för avveckling är dock osäker, varför risker kopplat till transporter till drivmedelsstationen beaktas i riskbedömningen. Dock antas ingen utveckling av verksamheten och ingen ökning av antal transporter antas därmed jämfört med antal transporter idag.

4.1.4. Riskfyllda verksamheter - Drivmedelsstation

Inom planområdet föreslås omlokalisering av en drivmedelsstation, Preem, till söder om Södertäljevägen. Flytten innebär att verksamheten blir belägen intill bostadsbebyggelse utanför planområdet. Avståndet planeras bli ca 50 meter från bostadshusen till pumparna och ca 90 meter från bostadshusen till lossningsplatsen.

Preem hanterar vätskeformiga drivmedel i form av främst diesel och bensin. Preem förutser i dagsläget ingen förändring i detta. Tillståndet planeras omfatta 6000 kubikmeter diesel, 2500 kubikmeter bensin, lite E85 och el-tankning³². Den hantering av brandfarliga varor som skall ske på drivmedelsstation är tillståndspliktig enligt 16§ i Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE).

De brandfarliga vätskor som hanteras i betydande mängder är lastbilsdiesel som måste förvaras i cistern under mark. Dessa fylls på i en påfyllnadspunkt som planeras vara belägen i norra delen, se Figur 5³³. Leverans av drivmedel planeras ske ca 300 gånger per år. Tankbilarna är om 54 kubikmeter och nya tankbilar kan komma att omfatta 60 kubikmeter³².



Figur 5. Förslag till disposition för Preem.

Den primära risken bedöms vara förknippad med hantering av drivmedel vid pumpar och lossningsplats och olycksscenarioer kopplade till dessa beaktas därmed vidare.

4.1.5. Övriga riskfyllda verksamheter

De övriga riskfyllda verksamheter som är belägna i närområdet är Sätra Återvinningscentral som är belägen över 130 meter från tillkommande bebyggelse och ett ställverk som är beläget på 130 meter från tillkommande bebyggelse. Dessa avstånd bedöms vara tillräckligt stora för att det inte ska uppkomma en beaktansvärd påverkan mot planområdet.

4.2. Skyddsvärt

Det skyddsvärda i denna riskbedömning utgörs av människors hälsa och säkerhet. I planområdet planeras bostäder och handelsverksamheter. Människor kommer således att vistas i området under såväl dagtid som nattetid.

4.3. Identifierade händelser och olycksscenarioer

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.
- Hantering av vätskeformiga drivmedel drivmedelsstation inom planområdet, vilket innebär scenarier som kan ge upphov till bl.a. brand och explosion.

Riskbedömningen kommer därmed vidare att studera påverkan från transporter med farligt gods på Södertäljevägen samt från drivmedelsstationen inom planområdet.

5. RISKANALYS

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd riskanalys.

5.1. Farligt gods på väg

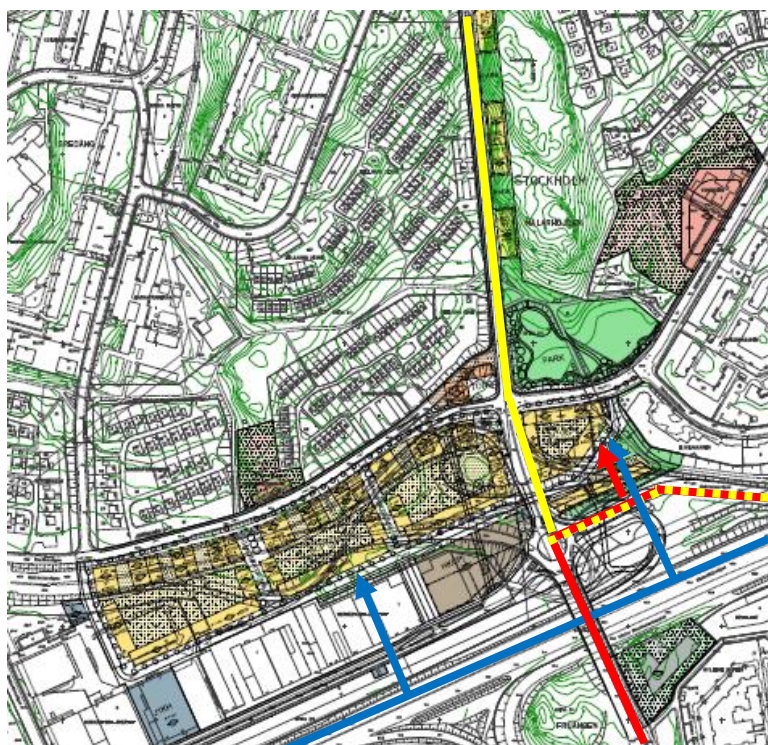
Riskbidraget från vägen presenteras utifrån de beräknade riskmåttet individ- och samhällsrisk. Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt³⁴. En kvadratkilometer stort område kommer därmed att inkludera befintliga och tillkommande bebyggelse inom planområdet samt vissa ytor utanför planområdet, se Figur 6.



Figur 6. Beräknad kvadratkilometer för planområdet med Södertäljevägen i dess mitt (blå ruta).

Beräkningarna genomförs utifrån kända förutsättningar och antaganden, för utförligare beskrivning och indata se Bilaga B till och med Bilaga E. Beräkningarna genomförs för år 2040 med tillkommande bebyggelse inom planområdet inom illustrerad kvadratkilometer, se Figur 6. I utbyggnadsalternativet (2040) nyttjas trafikprognoser och antal transporter med farligt gods som finns redovisat i Avsnitt 4.1.1 och 4.1.2 samt persontäthet i Bilaga E.

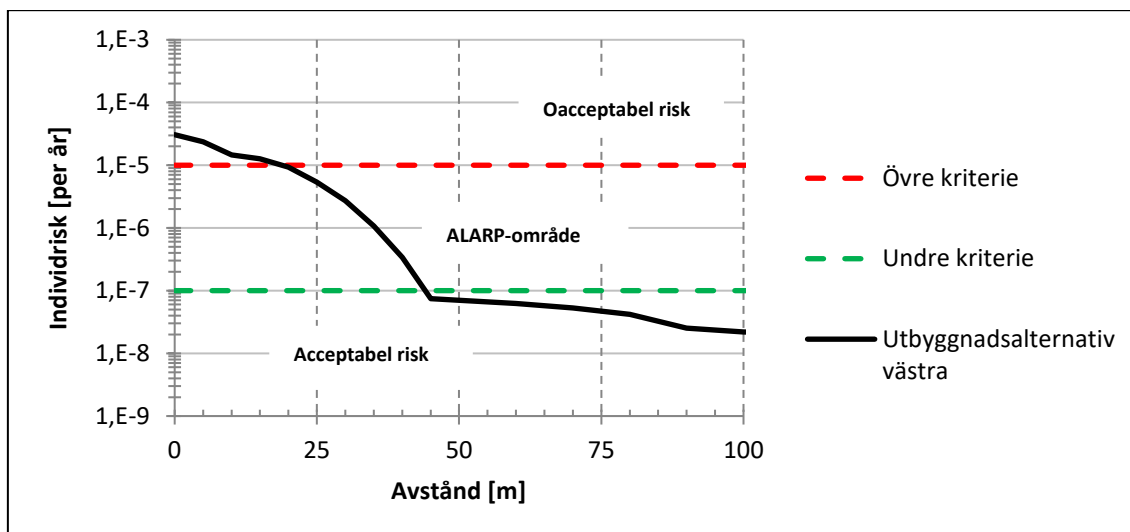
För den delen av planområdet som ligger intill avfarten planeras bostäder 115–120 meter från Södertäljevägen och 15–20 meter ifrån avfartsrampen. Dessa beräkningar kan också tillämpas på bebyggelse intill rondellen. Då det går farligt gods på avfarten ackumuleras beräknade individrisknivåer för Södertäljevägen och avfartsrampen. Två beräkningar görs, för Södertäljevägen samt för avfarten. Planområdet delas vid Bredängsvägen. För den västra delen av planområdet nyttjas beräkningar för E4, se Figur 7. För den östra delen (norr om avfarten) överlagras beräkningarna för E4 och avfarten, se Figur 7.



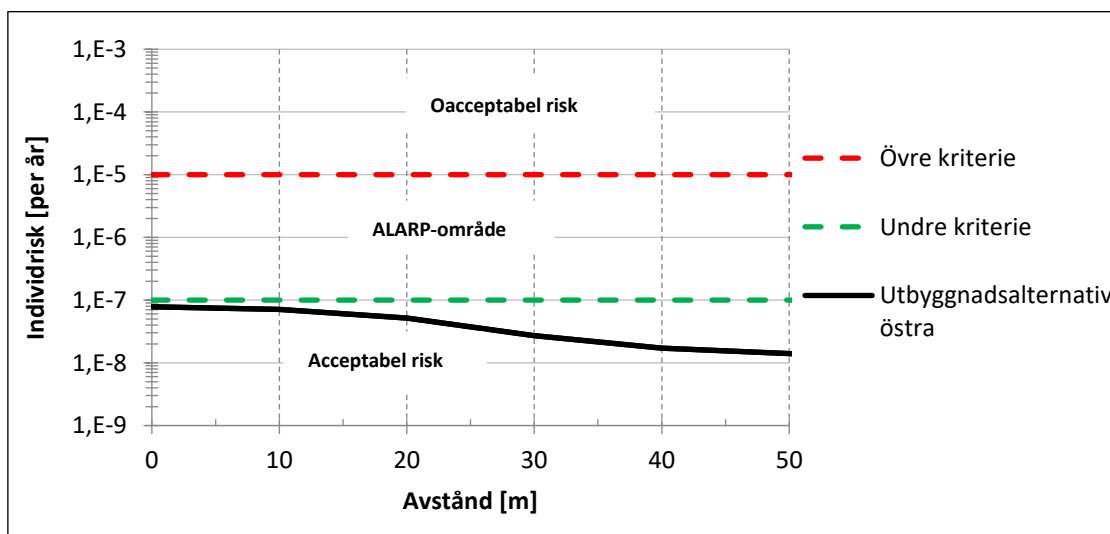
Figur 7. Illustration över transportleder för farligt gods samt de två beräkningar som genomförs. Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag.

5.1.1. Individrisk

I Figur 8 presenteras först resultaten för individrisken för de västra delarna av planområdet. Därefter presenteras individrisken för de östra delarna där individrisken ackumuleras från Södertäljevägen och avfarten inom planområdet, se Figur 9. Individriskbidraget från avfarten redovisas separat i Bilaga F.



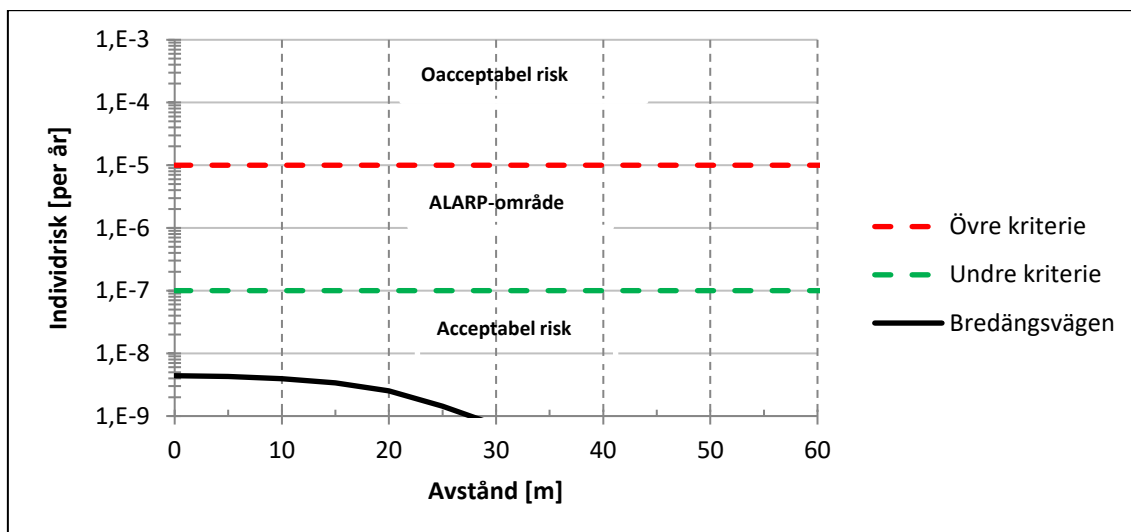
Figur 8. Individrisk för utbyggnadsalternativet för västra delen av planområdet, mätt från närmaste körfält på E4/E20.



Figur 9. Individrisk för utbyggnadsalternativet för östra delen av planområdet mätt från avfarten.

Resultaten från beräkningarna visar att individrisken är oacceptabel inom 20 meter från Södertäljevägen. För de västra delarna av planområdet är individrisken belägen i ALARP-området inom de närmsta 40 metrarna från Södertäljevägen. I ALARP-området är risknivån tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. Det största bidraget till individrisknivån inom de närmaste 50 metrarna från avfarten kommer från olyckor med transporter av brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). På ett avstånd större än 40 meter är risknivån att betrakta som acceptabelt låg.

För den östra delen av planområdet vid avfarten är individrisken att betrakta som acceptabelt låg. Individriskbidraget för avfarten finns redovisat i Bilaga F.

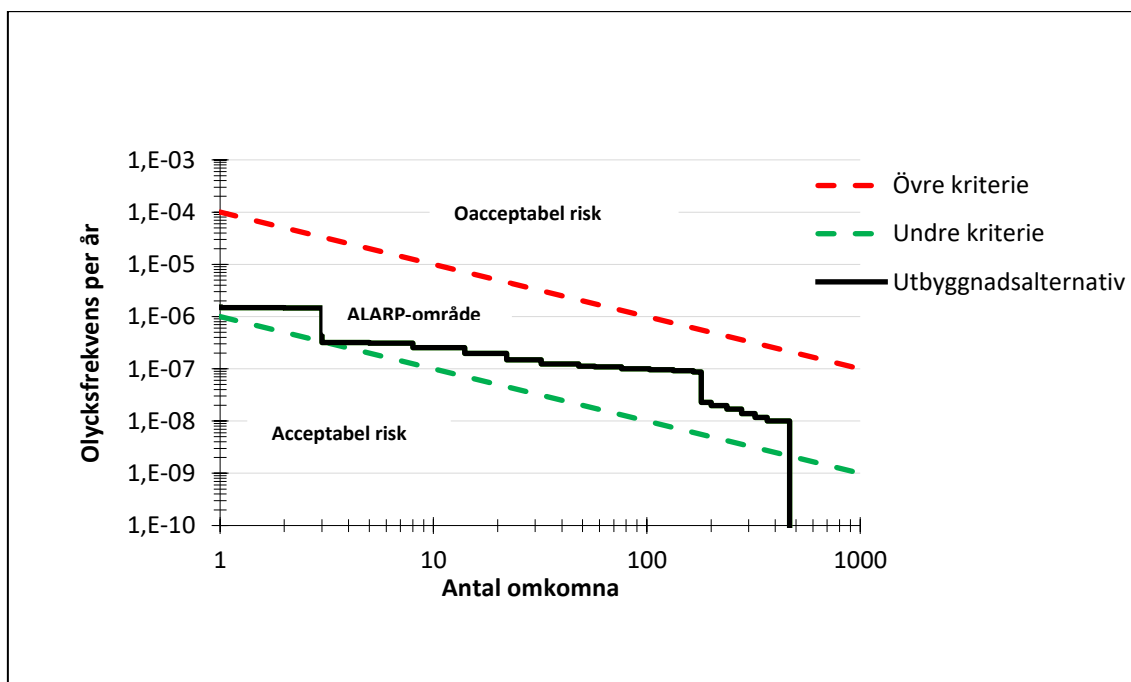


Figur 10. Individrisk för Bredängsvägen.

Beräkningar av individrisken för Bredängsvägen visar på en acceptabel risknivå.

5.1.2. Samhällsrisk

I Figur 11 presenteras resultaten för samhällsrisken för aktuell kvadratkilometer.



Figur 11. Samhällsrisk för utbyggnadsalternativet för aktuell kvadratkilometer.

Resultatet visar att samhällsrisken för utbyggnadsalternativet är belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas.

Det är främst olyckor med ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser) samt den höga persontätheten som bidrar till att samhällsriskerna är förhöjda. Detta då olycksscenarioer med klass 2.1 kan ge påverkan på långa avstånd.

5.1.3. 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 kunskaps-osäkerhet. Denna typ av osäkerheter innebär en bristande kunskap om systemet och kan åtgärdas rent teoretiskt, men inte alltid i praktiken.

Resultatet för utbyggnadsalternativet visar att olyckor med ADR-S klass 2.1 ger störst bidrag till samhällsriskerna. Det bedöms föreligga större osäkerheter i beräkningsmodeller och antaganden kopplade till olyckor med brandfarlig gas, än det gör för motsvarande beräkningar för brandfarliga vätskor. Det gäller både beräkningsmodeller kopplade till sannolikheten för olika olycksförlopp, såväl som beräkningsmodeller för spridning och konsekvensberäkningar och i förlängningen uppskattning av antal omkomna i påverkade byggnader. Att minska osäkerheterna i tillgängliga modeller kräver dock ett omfattande utredningsarbete eller forskningsinsats.

Andra variabler som bedöms ha stor inverkan på resultatet är mängder farligt gods som transporteras på Södertäljevägen samt persontätheten inom det studerade området, där såväl indata som antaganden är förknippade med osäkerheter. En betydande osäkerhet är i vilken utsträckning som Förbifart Stockholm kommer att påverka mängder farligt gods på Essingeleden. Förbifart Stockholm bedöms utgöra primär transportled för farligt gods, där samtliga ADR-klasser förväntas tillåtas, och förväntas därmed innebära minskade mängder farligt gods-transporter på närliggande transportväg³⁵. Detta indikerar att transportererna av farligt gods på Södertäljevägen kan komma att minska i framtiden, förutsatt att genomgående transporter nyttjar Förbifart Stockholm istället för Södertäljevägen.

För att undvika att riskerna underskattas har en ansats gjorts till att göra konservativa men rimliga antaganden avseende dessa parametrar. Kvantitativa känslighetsanalyser genomförs för att kontrollera hur resultaten beror på gjorda antaganden avseende transporterade mängder och persontäthet.

I följande avsnitt redovisas resultat från genomförd känslighetsanalys på utbyggnadsalternativ för år 2040. Följande känslighetsanalyser genomförs för Södertäljevägen. Resultaten presenteras utifrån de beräknade riskmått individ- och samhällsrisk.

- *Känslighetsanalys 1*

Platsspecifika siffror avseende flödet av farligt gods, från mätningar 2015 på Södertäljevägen. Dessa finns beskrivna i Avsnitt 4.1.1.

- *Känslighetsanalys 2*

En förändring av fördelningen mellan klasserna av farligt gods, med en ökning av ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser) med 50% och motsvarande mindre antal transporter med ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor). Detta då andelen biogasdrivna fordon bedöms kunna öka, vilket ger upphov till en ökad mängd transporter av ADR-S klass 2.1.

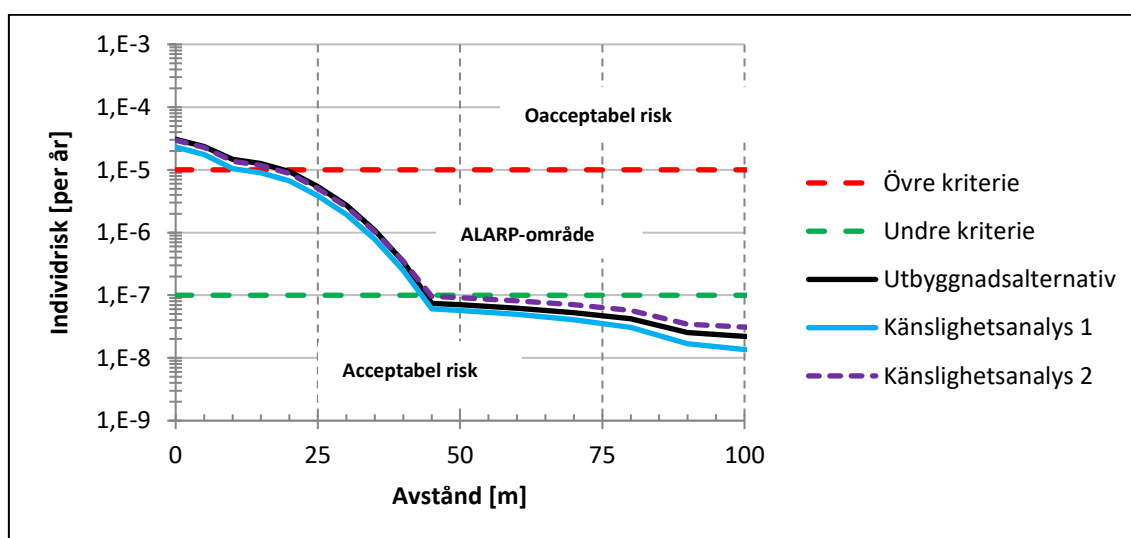
En förändring i befolkning har också en stor inverkan på den höga samhällsrisk och en känslighetsanalys genomförs därför i detta syfte. Känslighetsanalysen för förändrad persontäthet påverkar inte individrisken och därför redovisas den endast för samhällsrisk.

- *Känslighetsanalys 3*

Persontätheten inom hela kvadratkilometern ökas med 25%.

INDIVIDRISK

Känslighetsanalysen för individrisken redovisas i Figur 12.



Figur 12. Individrisk för utbyggnadsalternativet samt känslighetsanalys 1 och 2.

Resultaten från beräkningarna visar att det är en mycket liten skillnad mellan känslighetsanalyserna och utbyggnadsalternativet.

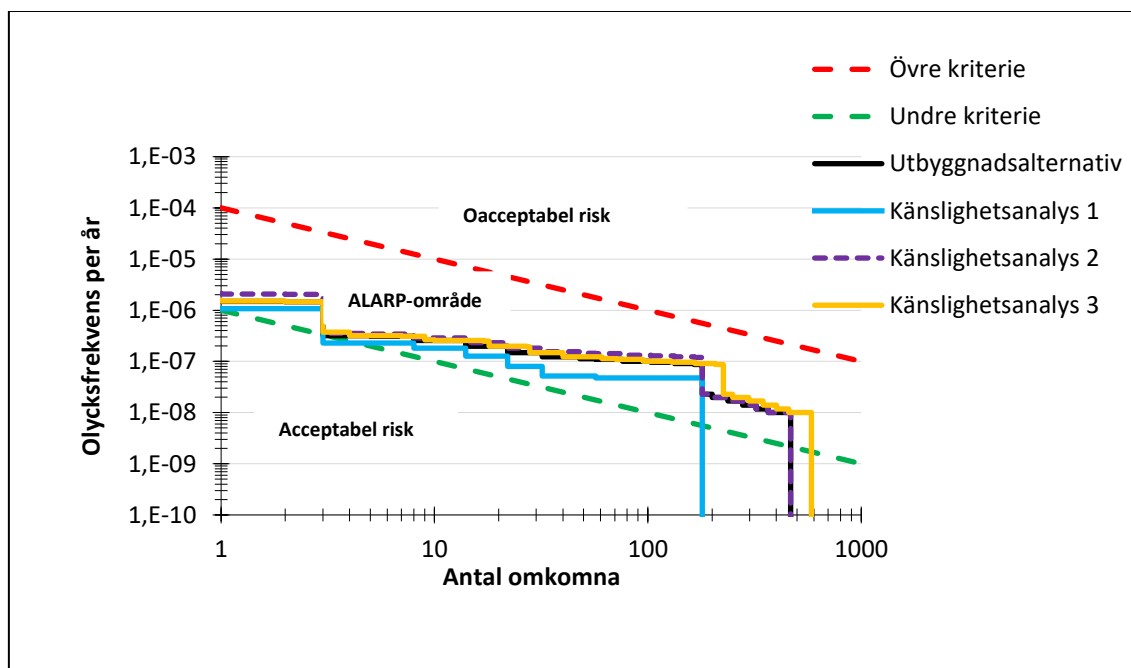
Resultatet visar att individrisken för känslighetsanalys 1 och 2 är oacceptabel inom 20 meter från Södertäljevägen. Individrisken är belägen i ALARP-området inom ca 400 meter från Södertäljevägen. I ALARP-området är risknivån tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. På ett avstånd större än 40 meter är risknivån att betrakta som acceptabelt låg.

Känslighetsanalys 1 är något lägre då något färre transporter med farligt gods gick 2015 än vad som har antagits i utbyggnadsalternativet för år 2040. Fördelningen mellan farligt gods klasserna är liknande för de platsspecifika mätningarna i känslighetsanalys 1 och för det nationella snittet i utbyggnadsalternativet. Därmed kan utbyggnadsalternativet ses som ett rimligt antagande med hänsyn till farligt gods mängder och fördelning.

Känslighetsanalys 2 med mer ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser) och mindre ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) medför en något förhöjd individrisk. Detta då olycksscenarioer med klass 2.1 har påverkan på längre avstånd.

SAMHÄLLSRISK

Känslighetsanalyserna för samhällsrisk för aktuell kvadratkilometer redovisas i Figur 13.



Figur 13. Samhällsrisk för utbyggnadsalternativet samt känslighetsanalys 1, 2 och 3.

Resultatet visar att samhällsrisk för känslighetsanalys 1 är belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. Resultaten från beräkningarna visar att det är liten skillnad mellan känslighetsanalys 1 och utbyggnadsalternativet. Känslighetsanalys 1 är något lägre då något färre transporter med farligt gods gick 2015 än vad som har antagits i utbyggnadsalternativet för år 2040. Fördelningen mellan farligt gods klasserna är liknande för de platsspecifika mätningarna i känslighetsanalys 1 och för det nationella snittet i utbyggnadsalternativet vilket också speglades i känslighetsanalys 1 för individrisken. Därmed kan utbyggnadsalternativet fortsatt ses som ett rimligt antagande med hänsyn till farligt gods mängder och fördelning.

Resultaten från beräkningarna visar att samhällsriskerna för känslighetsanalyserna 2 är belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas. Mer ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser) och mindre ADR-S klass 3 (brandfarliga vätskor) medför en något förhöjd samhällsrisk. Detta då olycksscenarioer med klass 2.1 kan ge påverkan på längre avstånd och påverkar då fler personer.

Resultaten från beräkningarna visar att samhällsriskerna för känslighetsanalys 3 är belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas.

RESULTAT AV KÄNSLIGHETSANALYS

De antaganden som bedömts ha stor inverkan på samhällsrisknivån, och som också är befästa med osäkerheter har analyserats ovan. Transporter av ämnen tillhörande ADR-S klass 2.1 (brandfarliga gaser), samt persontätheten i Mäläräng är det som framförallt är orsaken till den förhöjda samhällsriskerna. Antagandena som är kopplade till dessa har stor inverkan på resultatet. Förbifart Stockholm kan resultera i att transporterna av farligt gods på Södertäljevägen kan komma att minska i framtiden anses antalet transporter av farligt gods vara konservativt. Vidare resonemang anses rimliga att föra utifrån utbyggnadsalternativet.

5.2. Drivmedelsstation

Resultaten presenteras nedan utifrån ett konsekvensbaserat (deterministiskt) perspektiv genom beräkningar av vilka konsekvensavstånd som kan uppkomma vid olika olycksscenarioer.

De riskobjekt som finns på drivmedelsstationer är:

- Pumpar, vilket medför att fordonet och personer i direkt avslutning skadas och beaktas därmed ej vidare.
- Påfyllnadspunkt brandfarlig vätska, dimensionerade scenario som beaktas vidare.

Det olycksscenario som beaktas omfattar läckage i samband med lossning av bränsle från tankfordon till cistern med brandfarliga vätskor, samt efterföljande pölbrand. Inga övriga scenarier beaktas då dessa bedöms ha konsekvensavstånd som understiger angivna skyddsavstånd om 25 meter till lossningsplats.

Resultatet av genomförda beräkningar visar att konsekvensavståndet (till icke brandklassad fasad) uppgår till ca 20 meter från den befintliga spillzonens kant. Resultaten avser en pölbrand om 64m², vilket utgör den maximala utbredning som ett läckage kan uppnå utifrån de utformningsmässiga begränsningar på lossningsplatser som LBE-regelverket anger (16x4 meter¹⁷).

Det bör noteras att det konsekvensavstånd om 20 meter som beräknats, ryms inom de lagstiftade skyddsavstånd enligt LBE⁹ om 25 meter till lossningsplats.

6. RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDER

I följande avsnitt redovisas riskvärdering utifrån resultat samt eventuella riskreducerande åtgärder. Riskvärdering och åtgärder beaktas separat för transporter av farligt gods på vägarna och hantering av brandfarliga vätskor på drivmedelsstationen.

6.1. Farligt gods på väg

Resultatet från genomförda beräkningar medför att rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas. I detta avsnitt redovisas förslag på åtgärder avseende transporter av farligt gods på väg.

6.1.1. Värdering av samhällsrisknivån

Samhällsrisknivån för planområdet är förhöjd och det största bidraget till risknivåerna i anslutning till planområdet kommer från olyckor med transporter av gaser (ADR-S klass 2). En rimlig utgångspunkt för vidare resonemang om åtgärder bedöms därför vara åtgärder som har en effekt mot gaser. Det bör noteras att eftersom samhällsrisk beräknas för en kvadratkilometer och inte bara för planområdet, kommer riskreducerande åtgärder ur detta avseende endast ha begränsad effekt på samhällsrisknivån.

Gasmolnsexplosion är det olycksscenario som dominerar riskbidraget. Dessa händelser karaktäriseras av att det sker ett utsläpp av brandfarlig gas (t.ex. gasol, flytande naturgas, biogas) som sprider sig i omgivningen och blandas med luft till en explosiv gasblandning. Om en antändning sker (antingen vid utsläppsplatsen eller någon annanstans där gasblandningen kommer i kontakt med en tändkälla) går en flamfront genom gasblandningen och under vissa förhållanden kan detta generera en tryckvåg. Påverkan mot omgivningen kan alltså utgöras av både värmestrålning och (under mycket specifika förhållanden) tryckpåverkan. Denna påverkan kan uppkomma både vid olycksplatsen eller på relativt stora avstånd därifrån om gasblandningen hunnit flytta sig med vinden. Olycksscenariot är på grund av dessa egenskaper svårt att hantera med fysiska riskreducerande åtgärder i bebyggelsen. Exempelvis kan fasadåtgärder som motverkar brandspridning till byggnader då behövas i fler fasader än de som vetter mot riskkällan.

Placering av ventilationsintag i tillkommande bebyggelse i trygg sida, det vill säga i byggnadssida som vetter bort från Södertäljevägen, är en möjlig åtgärd som minskar risken för att brandfarlig gas transporteras in i byggnader. Åtgärden föreslås för bebyggelse närmast Södertäljevägen, till och med den första husraden med bostäder. Bakomliggande bebyggelse bedöms erhålla ett visst skydd via barriär- och spridnings-effekter av framförbyggande bebyggelse. Ventilationen bör vara möjlig att stänga av, vilket dock kommer att kräva manuella åtgärder av enskilda individer.

En viktig faktor som påverkar om individer söker sig inomhus vid en eventuell olycka med gas är VMA (viktigt meddelande till allmänheten). För att öka möjligheterna till säkert agerande rekommenderas det därför att dialog med Storstockholms Brandförsvaret

förs kring en rutin för att sända ut VMA vid denna typ av händelser. På så vis skapas förutsättningar för att nyttja samhällets resurser på ett effektivt sätt.

6.1.2. Värdering av individrisknivån

Individrisknivån är generellt låg på de avstånd där bebyggelse planeras. Dock innebär förslagen lokalisering att avstånden mellan bebyggelsen och de vägar där transporter av farligt gods förekommer är betydligt kortare än de avstånd som länsstyrelsen rekommenderar⁶, vilket föranleder särskilt beaktande av möjliga konsekvenser och resonemang kring behov av åtgärder.

En åtgärd som bedöms ge viss riskreducerande effekt är att möjliggöra utrymning i byggnadssida som vetter bort från riskkällan. Denna åtgärd bedöms rimlig att genomföra mot bakgrund av dess effekt samt att den är förhållande enkel att genomföra. Rekommendationen gäller för bebyggelse närmast Södertäljevägen och Bredängsvägen, till och med den första husraden med bostäder. Åtgärder är implementerad i planförslaget, i och med att byggnader kommer att förses med entréer mot både gata och gård³⁶. Undantag är studentbostäderna längs med avfarten, vilka enbart kommer att ha utrymning i byggnadssida som vetter bort från riskkällan. Åtgärden innebär ökade möjligheter till säker utrymning av byggnader generellt och inte enbart vid olyckor som involverar farligt gods.

Nedan redovisas värdering av individrisken för specifika delar och byggnader inom planområdet, och förslag på riskreducerande åtgärder ges.

Studentbostäder intill avfart

Den framtida avfarten är belägen förhållandevis nära de planerade studentbostäderna, men på ett avstånd där individrisknivån är mycket låg, med marginal till den individrisknivå som enligt DNV:s värderingskriterier²² anses vara acceptabel, se avsnitt 3.2.2. Det korta avståndet innebär dock att en mycket osannolik olycka skulle kunna komma att medföra konsekvenser för byggnaden och människor som befinner sig däri. Vid en olycka i byggnadens närhet som medför utsläpp av brandfarlig vätska och efterföljande antändning kommer studentbostäderna att behöva utrymmas. Byggnaden är försedd med tre trapphus, vilka kan nyttjas för utrymning. Utrymningen bedöms i mycket osannolika fall kunna försvåras av det faktum att byggnaden är utformad så att korridorer/loftgångar vetter mot avfarten. Tillgång för räddningstjänst till byggnadens framsida har tillgodosetts i den planerade utformningen, vilket innebär att möjlighet till utrymning via fönster finns i de mycket osannolika fall där utrymning inte kan ske via ordinarie utrymningsvägar.

Genomförda beräkningar innebär att olika pölstorlekar ger upphov till konsekvenser på olika avstånd, bland annat till följd av pölens utbredning. Avfarten kommer att förses med såväl avåkningskydd som skydd mot spridning av brandfarlig vätska mot byggnaden, för att på så vis begränsa pölutbredning och därmed minska andel scenarier som ger upphov till påverkan på byggnaden. Detta är en förutsättning för genomförda beräkningar och bidrar till den acceptabelt låga individrisknivån.

En möjlig åtgärd för att minska konsekvenserna vid de mycket osannolika händelser där utrymning skulle kunna försvåras genom att de loftgångar som vetter mot avfarten blir otillgängliga är genom blandklassad fasad och fönster. Länsstyrelsens rekommendationer vid bebyggelse av bland annat bostäder inom 30 meter från primära transportleder för farligt gods⁶ innebär att fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30 samt att glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30. Dessa brandtekniska klasser bedöms lämpliga även i detta fall, om åtgärden beslutas att vidtas.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att individrisknivån vid studentbostäderna är mycket låg. Rekommenderade riskreducerande åtgärder i form av avåkningsskydd och skydd mot spridning av brandfarlig vätska mot byggnaden, i kombination med möjlighet till utrymning via fönster på motsatt sida från avfarten, bedöms som tillräckliga för att riskerna ska ha beaktats på ett tillfredställande sätt. Åtgärder i form av brandklassad fasad och fönster skulle utöver detta reducera den redan låga risken ytterligare.

Bebyggelse längs Bredängsvägen

Längs med Bredängsvägen planeras bostadsbebyggelse direkt intill vägen. Genomförda beräkningar visar att individrisknivån är mycket låg, främst på grund av de få transporterna. En olycka i byggnadernas närhet kan dock medföra konsekvenser för byggnaden och människorna i byggnaden. Föreslagen utformning med genomgående entréer, vilket nämnts ovan, innebär möjlighet till utrymning bort från Bredängsvägen. Detta reducerar den redan låga individrisknivån ytterligare. Inget vidare behov av åtgärder bedöms föreligga för Bredängsvägen.

Handelsbyggnad intill E4/ Södertäljevägen

Den byggnad som är planerad närmast Södertäljevägen är handelsbyggnaden, vilken kommer att lokaliseras på cirka 50 meters avstånd från vägen. Individrisken är enligt genomförda beräkningar acceptabelt låg på detta avstånd. Det är i dagsläget inte fastställt vilken funktion byggnaden kommer att få, eventuellt kan huset komma att nyttjas enbart för parkering. Baserat på tidigare resonemang rekommenderas, oavsett användning, att ventilationsintag ska placeras i byggnadssida som vetter bort från Södertäljevägen samt att utrymning ska möjliggöras mot Hantverksgången.

För markanvändning industri, kontor och parkering rekommenderas enligt länsstyrelsens ett skyddsavstånd på 40 meter till transportleder för farligt gods⁶, vilket uppfylls i föreslagen detaljplan. Med beaktande av detta skyddsavstånd samt beräknade risknivåer anses därmed föreslagna riskreducerande åtgärder avseende ventilation och utrymning vara tillräckliga vid markanvändning industri, kontor och parkering.

Om byggnaden ska nyttjas för centrum och detaljhandel görs avsteg från länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, vilken anger ett skyddsavstånd på 75 meter mellan transportled för farligt gods och denna typ av markanvändning⁶. Därför behöver risken belysas och ytterligare riskreducerande åtgärder kan behöva övervägas. Det är brandfarlig vätska som ger det dominerande individriskbidraget på avstånd upp till cirka

45 meter och det är därmed händelser som involverar brandfarlig vätska som särskilt behöver tydliggöras.

En osannolik händelse kan innebära att ett avåkande fordon hamnar så nära bygganden att den kan komma att påverkas av värmestrålning vid en eventuell brand. Längs med delar av den sträcka där handelsbygganden är placerad finns idag avåkningsskydd i form av sidoräcke. Området mellan Södertäljevägen och handelsbyggnaden är förhållandevis flackt, men med ett mindre dike på några meters avstånd från vägen. Detta dike bedöms ge visst skydd mot avåkning, men framförallt mot spridning av brandfarlig vätska mot intilliggande bebyggelse. Ett kompletterande avåkningsskydd längs med hela byggnaden bedöms vara en rimlig åtgärd för att förhindra avåkning och därmed reducera risken ytterligare.

6.2. Drivmedelsstation

Nedan redovisas förslag på åtgärder avseende drivmedelsstationen.

Risikpåverkan från drivmedelsstationen har analyserats då dess nya föreslagna placering är inom 100 meter från befintliga bostäder. I studerat förslag är drivmedelspumpar minst 50 meter från närmaste bostadfasad och centralpåfyllning ca 90 meter från närmaste bostadfasad.

Inga scenarier har identifierats som bedöms innebära konsekvenser bortom 20 meter. Därmed bedöms gällande LBE-riktlinjer om 25 meter skyddsavstånd mellan riskobjekt på drivmedelsstationer och platser där människor vanligtvis vistas, vara lämpligt även ur ett PBL-perspektiv. Detta förutsätter att lagstiftning och rekommendationer följs, samt att hanteringen är begränsad till brandfarliga vätskor.

Länsstyrelsen i Stockholm rekommenderar i nybyggnadsfall ett avstånd om 100 meter mellan drivmedelsstationer och bostäder samt ett minimiavstånd om 50 meter. Minimiavståndet är med avseende på både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt. Utifrån det faktum att endast brandfarliga vätskor ska hanteras, och att inga scenarier identifieras som ger längre konsekvensavstånd än 20 meter, så bedöms ett avsteg från rekommendationen vara möjligt. Dock rekommenderas att storleksordningen på de avstånd som är föreslagna hålls, dvs. ca 50 meter till pumpar och ca 90 meter till lossningsplats. Utöver detta bör avsteg från rekommendationen kompenseras med ytterligare barriär i form av det plank med klängväxter mellan drivmedelsstationen och bostäder som föreslås i planbeskrivningen. Utifrån ovanstående rekommenderas att lokalisering av installationer för centralpåfyllning regleras i detaljplanen.

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 antagande av detaljplanen möjlighet att acceptera den ökning av samhällsrisik som exploateringen bidrar

med. Såväl avvägningar och bedömning av åtgärders rimlighet bör dock göras utifrån aktuella risknivåer, med ambitionen att tillgodose lämplig markanvändning avseende människors hälsa och säkerhet.

7. SLUTSATS

Resultatet av genomförd riskbedömning avseende Södertäljevägen visar en acceptabel individrisk för planområdet som är beläget 55 meter från Södertäljevägen samt för byggnader belägna intill avfarten inom planområdet. Samhällsrisknivån är belägen i ALARP-området, där risknivån är tolerabel om alla rimliga åtgärder vidtas.

För att hantera de förhöjda samhällsrisknivåerna behöver åtgärder vidtas. Det största bidraget till risknivåerna i anslutning till planområdet kommer från olyckor med transporter av gaser (ADR-S klass 2). Olycksscenarierna är på grund av sina egenskaper svårt att hantera med fysiska riskreducerande åtgärder i bebyggelsen. Mot bakgrund av detta förslås följande åtgärder, vilka bedöms ge en riskreducerande effekt:

- Placering av ventilationsintag i byggnadssida som vetter bort från Södertäljevägen minskar risken för att brandfarlig och giftig gas transporteras in i byggnader. Åtgärden föreslås för bebyggelse närmast Södertäljevägen, till och med den första husraden med bostäder. Ventilationen i denna bebyggelse bör också vara möjlig att stänga av.
- En åtgärd som ger viss riskreducerande effekt är att möjliggöra utrymning i byggnadssida som vetter bort från riskkällan. Denna åtgärd rekommenderas då den bedöms enkel att genomföra. Rekommendationen gäller bebyggelse närmast Södertäljevägen och Bredängsvägen, till och med den första husraden med bostäder.
- Avåkningsskydd längs med avfarten samt skydd mot spridning av brandfarlig vätska mot byggnaden med studentbostäder.
- Komplettering av avåkningsskydd vid Södertäljevägen längs med den så kallade handelsbyggnaden, förutsatt att den ska nyttjas för handels- och centrumverksamhet.
- Se över eventuell rutin för VMA vid farligt gods-olyckor som involverar gas, i samråd med Storstockholms Brandförsvär. Tydliga rutiner avseende VMA ökar möjligheten för korrekt och säkert agerande vid händelse av olyckor som involverar farligt gods och skapar samtidigt förutsättningar för att nyttja samhällets sammantagna resurser på ett effektivt sätt.

Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag. Bearbetningar av strukturförslaget har genomförts i projektet under tidigt 2018, vilka innebär att delar av planområdet har utgått samt att kvarteret längst i väster har minskats till förmån för ett mindre men mer slutet kvarter. Ett mindre kvarter innebär färre människor och kan innebära en någon överskattad samhällsrisk. Ändringar i strukturförslaget bedöms dock inte påverka riskbedömningens övergripande resultat och slutsatser.

Avseende drivmedelsstationen rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholm i nybyggnadsfall ett avstånd om 100 meter mellan drivmedelsstationer och bostäder samt ett minimiavstånd om 50 meter. Utifrån det faktum att endast brandfarliga vätskor ska hanteras, och att inga scenarier identifieras som ger längre konsekvensavstånd än 20

meter, så bedöms ett avsteg från rekommendationen vara möjligt. Detta avsteg bör kompenseras med följande åtgärder, vilka omfattas av föreslagen planbeskrivning:

- Storleksordningen på de avstånd som är föreslagna hålls, dvs. ca 50 meter till pumpar och ca 90 meter till lossningsplats. Det rekommenderas att lokalisering av installationer för centralpåfyllning regleras i detaljplanen.
- Föreslaget plank med klängväxter mellan drivmedelsstationen och bostäder.

8. REFERENSLISTA

- ¹ Plan- och bygglag (2010:900)
- ² Miljöbalk (1998:808)
- ³ Stockholm stad (2017). Samrådshandling Förslag detaljplan för del av fastigheten Sätra 2:1, Mäläräng. Stadsbyggnadskontoret, 2017-08-29.
- ⁴ Stockholm stad (2017). Samrådshandling, Planbeskrivning detaljplan för Mäläräng. Stadsbyggnadskontoret, 2017-08-29.
- ⁵ Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. Faktablad 2006:000.
- ⁶ Länsstyrelsen Stockholms län (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Löpnummer: Fakta 2016:4.
- ⁷ Länsstyrelsen Stockholm (2000). Riskhänsyn vid ny bebyggelse, Rapport 2000:01, Länsstyrelsen i Stockholms län.
- ⁸ Boverket m.fl. (1995): Bättre plats för arbete
- ⁹ Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor
- ¹⁰ Storstockholms brandförsvaret (2012). Tillämpbarheten av avstånd enligt LBE i samband med fysisk planering - Jämförelse av riskhantering mellan lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor, plan- och bygglag (2010:900) och miljöbalk (1998:808). Granskningshandling, 2012-08-03.
- ¹¹ 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).
- ¹² Länsstyrelsen Stockholm (2017). Samrådsyttrande – Detaljplan för del av fastigheten Sätra 2:1, Mäläräng i stadsdelarna Bredäng, Mälärhöjden och Fruängen, i Stockholms stad. Länsstyrelsen Stockholm, Samrådsyttrande 2017-11-09.
- ¹³ SSBF (2017). Yttrande om underlag för behovsbedömning för detaljplan för Mäläräng/Bredängs trafikplats i stadsdelen Bredäng, Stockholm. Storstockholms brandförsvaret, Yttrande 2017-03-24.
- ¹⁴ Trafikverket (2017). Synpunkter – Detaljplan för Mäläräng, samrådshandling, Stockholms stad. Trafikverket, 2017-10-30.
- ¹⁵ Länsstyrelsen (2017) Länsstyrelsens WebbGIS, [Elektronisk], Tillgänglig: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>.
- ¹⁶ 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.
- ¹⁷ Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor
- ¹⁸ Trafikanalys (2015). *Omräkning av årstabeller 2012-2014 i lastbilstrafiken*. Stockholm: Trafikanalys.
- ¹⁹ Trafikanalys (2016 & 2017). Lastbilstrafik 2015 och 2016 helår. Stockholm: Trafikanalys.
- ²⁰ Analyser av transporter med farligt gods, Mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015” (WSP, 2016-04-27).
- ²¹ WSP (2017). Transporter med farligt gods. Fördjupade analyser av mätningar utförda i Stockholm under oktober 2015. 2017-05-29.
- ²² Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ²³ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- ²⁴ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.
- ²⁵ Lunds Universitet et al. (2012). Brandskyddshandboken.
- ²⁶ Structor (2017). Omgivningsbuller - Mäläräng, Fokus Skärholmen, Stockholms stad. Structor Akustik, 2017-08-15.
- ²⁷ Tyréns (2018). Mäläräng trafikplats Bredäng, Skiss 1 bussfält i påfartsramp med Ellevio, 2108-08-24 (arbetshandling)
- ²⁸ Tyréns (2018). Mäläräng trafikplats Bredäng, Skiss 2 bussfält i påfartsramp med Ellevio, 2108-08-24 (arbetshandling)
- ²⁹ OKQ8 (2017). Tankbilsleveranser till OKQ8 Hägersten och Tanka Häradsvägen. Mail från Olsson, P., Incidentutredare OKQ8, 2017-11-24.
- ³⁰ St1 (2017). Tankbilsleveranser till St1 Bredängsvägen. Mail från Lindbäck, E., Gruppchef Logistik, 2017-11-29.
- ³¹ Eon (2017). Omfattning fordonsgasleveranser till generell tankstation med fordonsgas. Mail från Christopher Thelin, C., logistikansvarig Eon, 2017-12-12.
- ³² Preem (2017). Möte med Preem och Exploateringskontoret på Stockholms stad, 2017-12-11.
- ³³ Preem (2017). Ny servicestation – Förslag till disposition situationsplan, Preem Bredäng. Preem AB, Arkoo Arkitekter AB, 2017-06-26.
- ³⁴ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ³⁵ Trafikverket (2010) *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. Rev B 2011-05-01
- ³⁶ Stockholm stad (2018). Koncept kompletterande planbestämmelser 180830. Stadsbyggnadskontoret, 2018-08-30
- ³⁸ 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.

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 4 nedan.

Tabell 4. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{38,39,40}.

ADR-S klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	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 hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	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 Expansion 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 kärleksprängning 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.
3 – Brandfarliga vätskor	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.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	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.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	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.
7 – Radioaktiva ämnen	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.
8 – Frätande ämnen	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
9 – Övriga farliga ämnen	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 – 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 olycks-scenarier 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*⁴¹. För den aktuella vägen presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade från denna rapport.

Viktiga indata till beräkningar för Södertäljevägen och avfarten mot området, utöver de redovisade i rapporten, presenteras i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Indata till frekvensberäkningar för Södertäljevägen och avfarten mot området.

Variabel	Södertäljevägen	Avfart	Bredängsvägen
Hastighet [km/h]	80 km/h	50 km/h	50 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km	1 km	1 km
Bebyggelsemiljö ⁴¹	Tätort	Tätort	Tätort
Gatu-/vägtyp ⁴¹	Motorväg	Trafikled	Gata/väg
Olyckskvot [-] ⁴¹	0,46	1,5	1,2
Andel singelolyckor [-] ⁴¹	0,4	0,1	0,15
Index för farligt gods olycka [-] ⁴¹	0,245	0,02	0,03

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

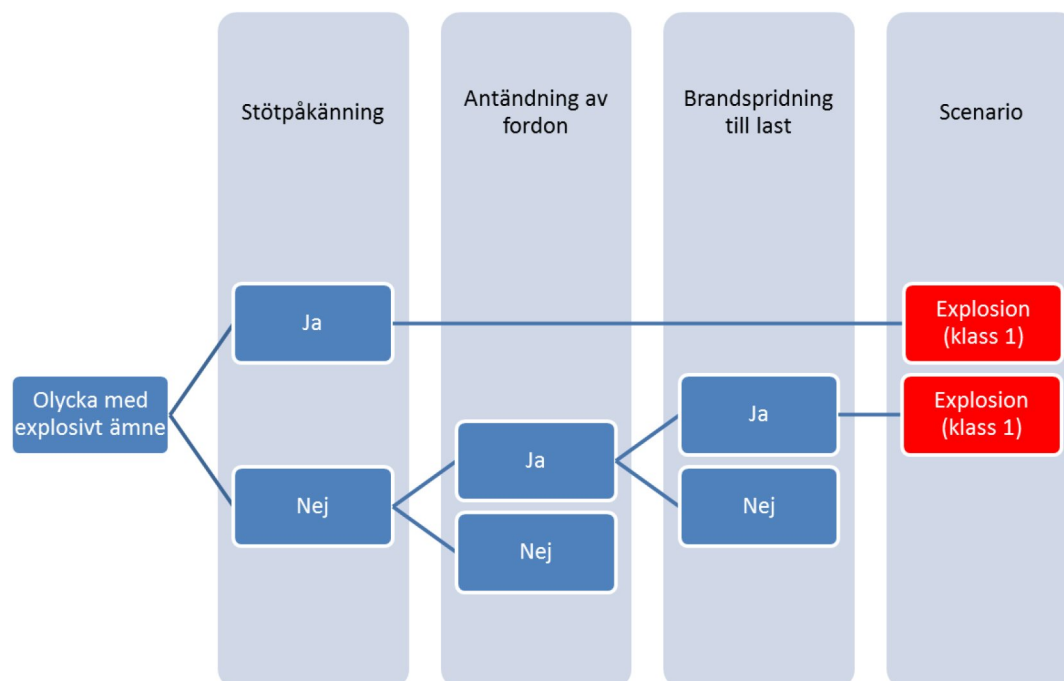
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarier som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I avsnitten nedan presenteras händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

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 HMSO⁴² 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.

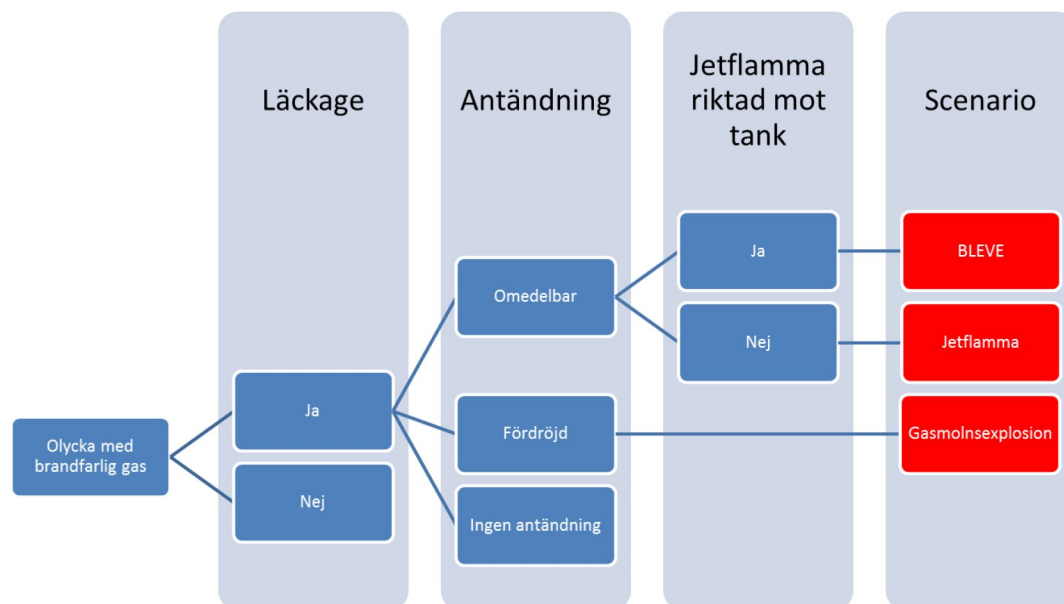
Svensk statistik visar på att sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna är cirka 0,4 %⁴³. Vidare antas (som i Göteborgs fördjupade översiktsplan³⁹), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.



Figur 14. 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, gasmolnsexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 15.



Figur 15. Händelsetråd för olyckor med brandfarlig gas.

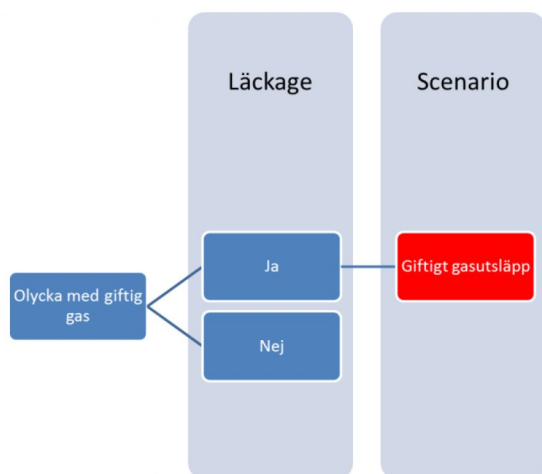
Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska⁴¹. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*⁴⁴. Följande sannolikheter är 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)

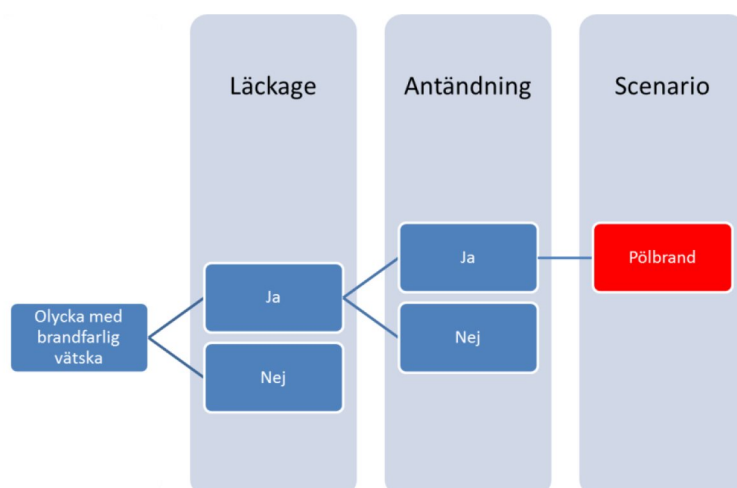
Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet, och hur långt det når, beror bland annat på läckagets storlek och vilket utflöde av gas som uppkommer. Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska⁴¹.



Figur 16. Händelseträd för olycka med giftig gas.

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

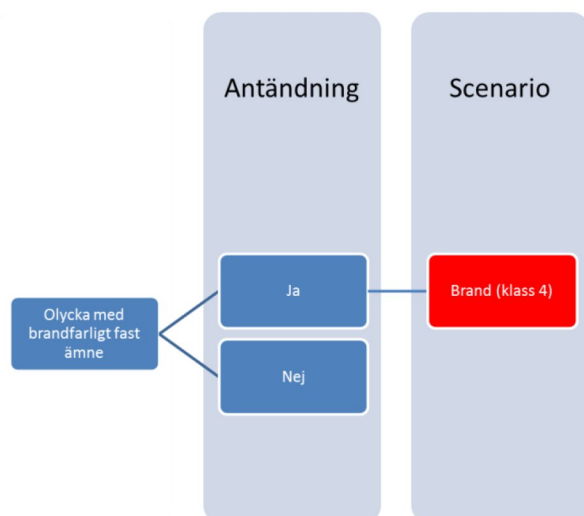
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 5 och Figur 17). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)⁴². Händelseträdet i Figur 17 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 17. 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 uppstår. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett antas likt tidigare utifrån svensk statistik vara 0,4 %⁴³. Förenklat antas alla sådana bränder leda till att de transporterade brandfarliga fasta ämnen deltar i branden.



Figur 18. Händelseträd för olycka med brandfarligt fast ämne.

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

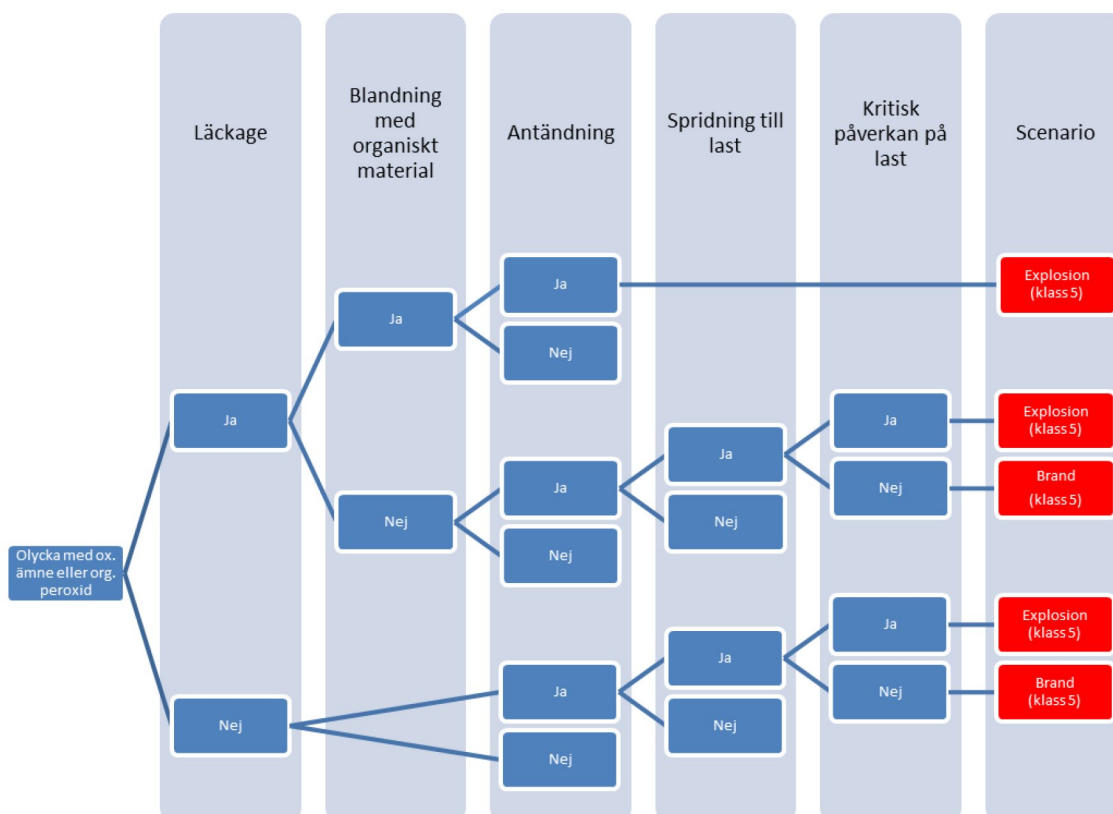
Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande 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 m³ 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 vätska⁴¹). 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 %⁴⁵. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas vara jämförbar med sannolikheten för antändning av ett utsläpp av brandfarlig vätska (3,3 %⁴²). 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 %⁴³. Sannolikheten för att den då uppkomna branden ska sprida sig till att påverka lasten uppskattas grovt till 50 %⁴². 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 avlägsnas⁴⁶. 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

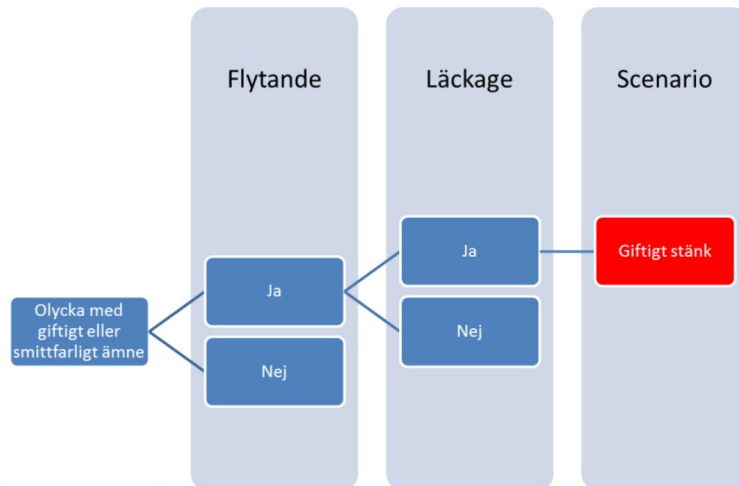
kring lastbilen. I de fall något utsläpp inte inträffat bedöms det grovt vara hälften så sannolikt att en brandpåverkan skulle leda till en explosion (25 %). De bränder som inte leder till någon explosion antas i modellen ändå påverka omgivningen med värmestrålning och brandgaser i en omfattning som är jämförbar med en pölbrand (ADR-S klass 3).



Figur 19. Händelsetråd 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. Uppgifter⁴⁵ 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 5 och Figur 20).



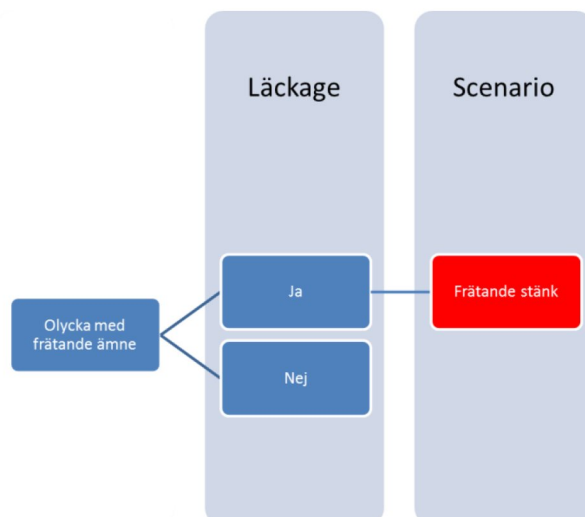
Figur 20. Händelsetråd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen beaktas enligt ovan (Tabell 4) 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 5 och Figur 21).



Figur 21. Händelsetråd för olyckor med frätande ämnen.

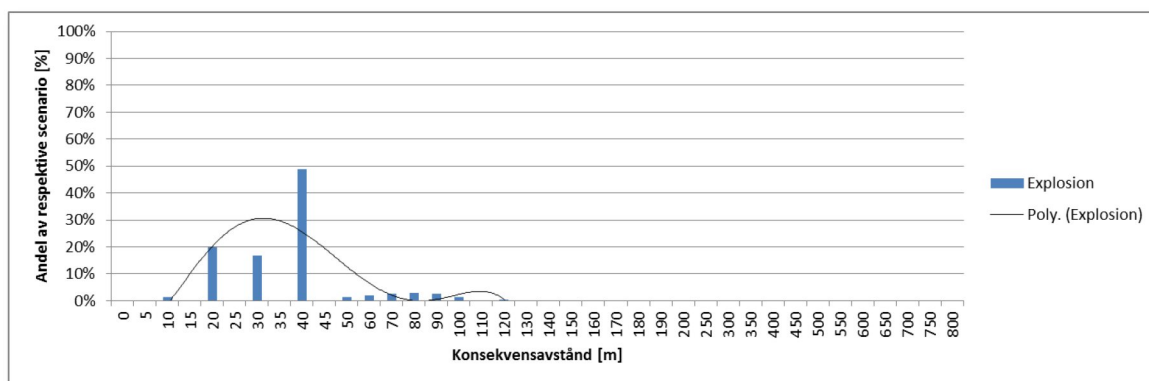
Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Beaktas (enligt Tabell 4) inte i denna riskbedömning.

Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

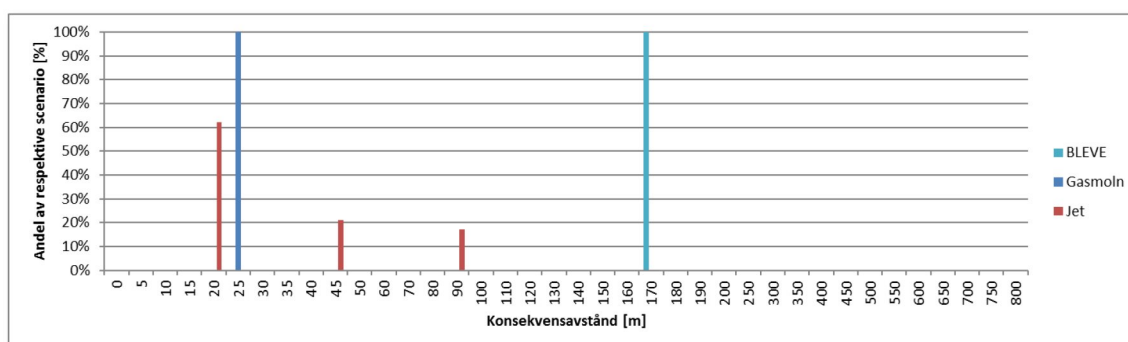
I denna bilaga beskrivs metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts avseende konsekvenser av de identifierade olycksscenarierna. Resultaten redovisas i rapportdelen.

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*³⁸ (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).

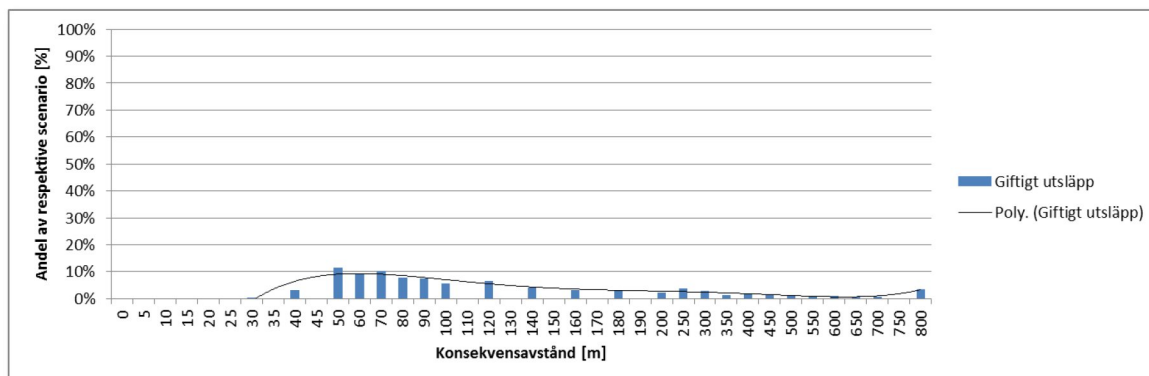


Figur 22. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för explosion (ADR-S klass 1). Kurvan ”Poly. (Antagen fördelning)” visar en trendlinje som endast inkluderats för visualisering av fördelningen.

Avseende olyckor med brandfarlig gas används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan⁴⁷, se Figur 23.

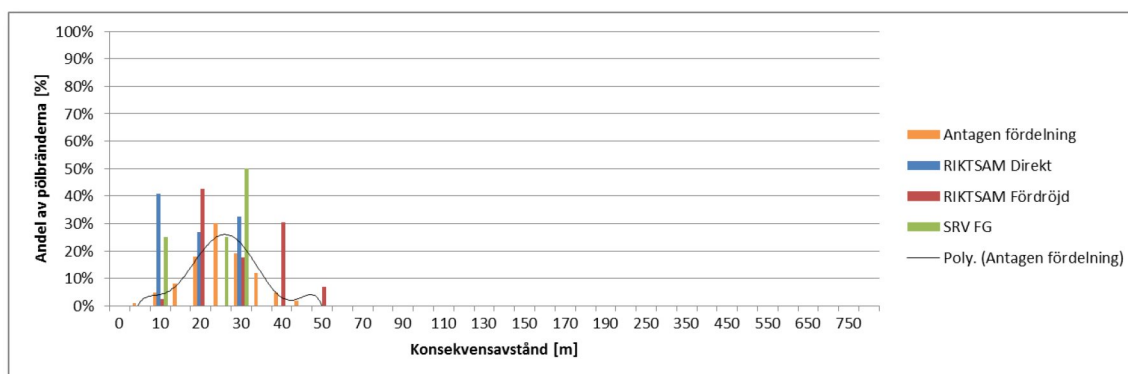


Figur 23. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

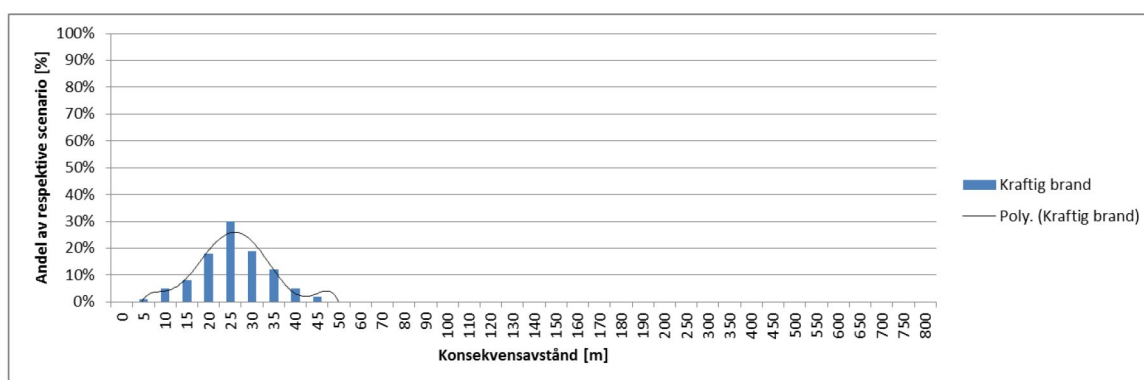


Figur 24. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas (ADR-S klass 2.3).

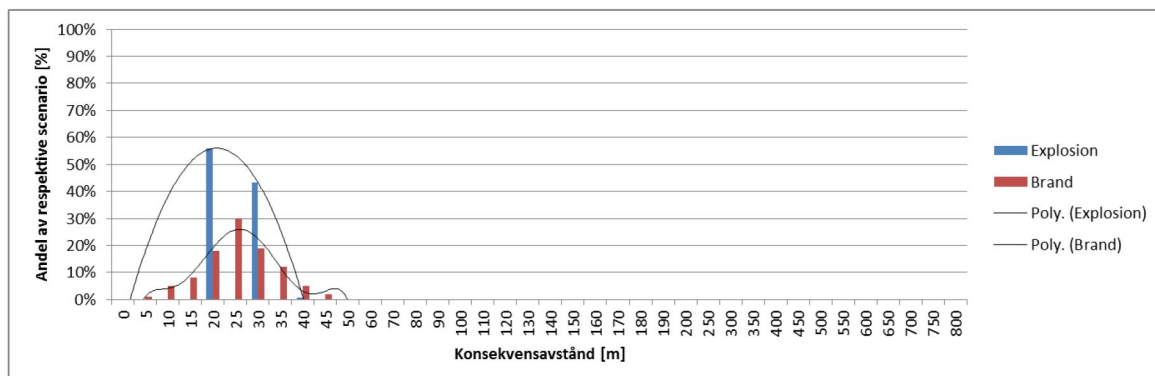
För pölbränder (olyckor med ADR-S klass 3) har även gjorts en jämförande studie av andra tillämpade strålningsberäkningar⁴¹. Resultatet presenteras i Figur 25.



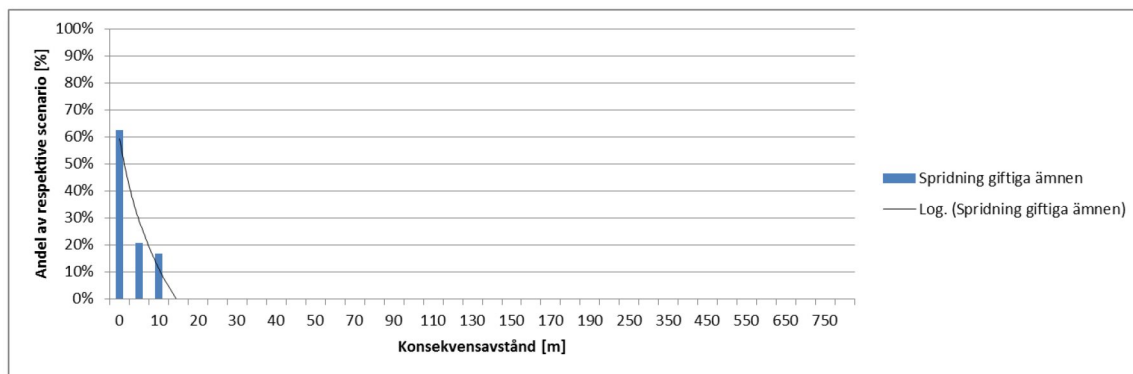
Figur 25. Olika använda fördelningar för konsekvensavståndet vid pölbränder (ADR-S klass 3). Den fördelning som används i denna riskbedömning kallas i figuren för ”Antagen fördelning” (orange färg).



Figur 26. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid brand i brandfarligt fast ämne (ADR-S klass 4).

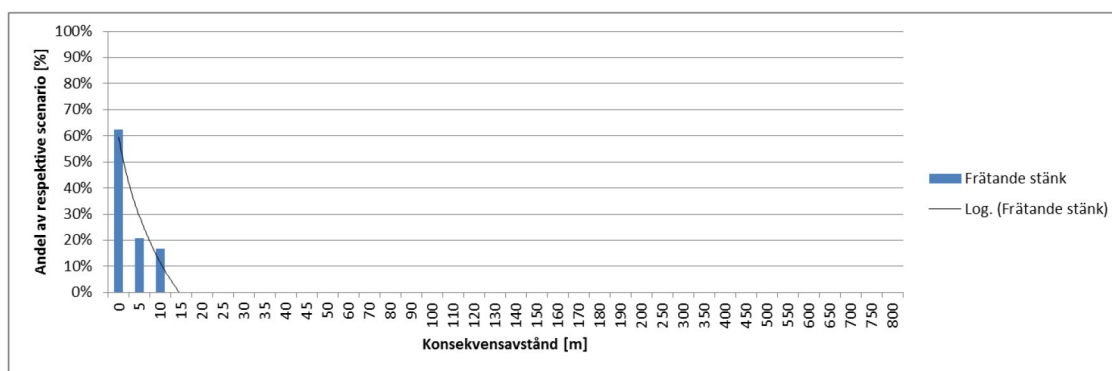


Figur 27. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid brand i brandfarligt fast ämne (ADR-S klass 5).



Figur 28. 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 29. 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

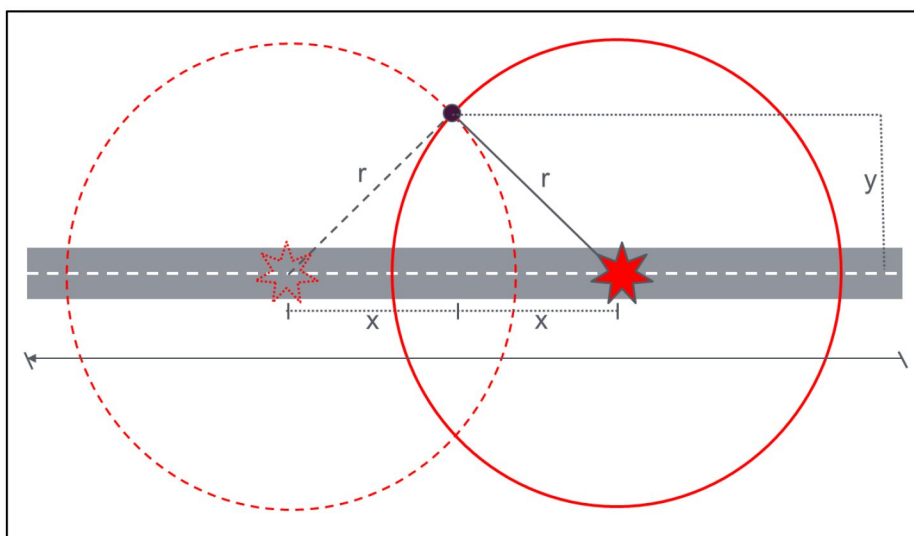
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk resp. samhällsrisk genomförs.

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*⁴⁵.

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 30.



Figur 30. Olyckor med konsekvensavståndet (r) måste inträffa någonstans på sträckan ($2x$) för att påverka en given punkt på ett givet 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 30 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 olycksscenarioerna. 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:

$$\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}, \text{ se Tabell 6.}$$

Tabell 6. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).

↓ Olyckan når (r) [m]	Studerat avstånd (y) [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 7. Dessa värden är tillämpade utifrån Figur 25 och Figur 29.

Tabell 7. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).

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

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 6 och Tabell 7) ovan redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).

↓ Olyckan når [m]	Studerat avstånd [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 9. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenarioerna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 10.

Tabell 9. Kolumnvis summering av Tabell 8 (utsnitt).

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

Tabell 10. Justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
Pölbrand	1	<i>Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
BLEVE	1	<i>BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
Jetflamma	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>
Gasmolnexplosion	0,06	<i>Gasmolnexplosion (UVCE) antas enligt⁴⁴ ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen (22/360=0,06).</i>

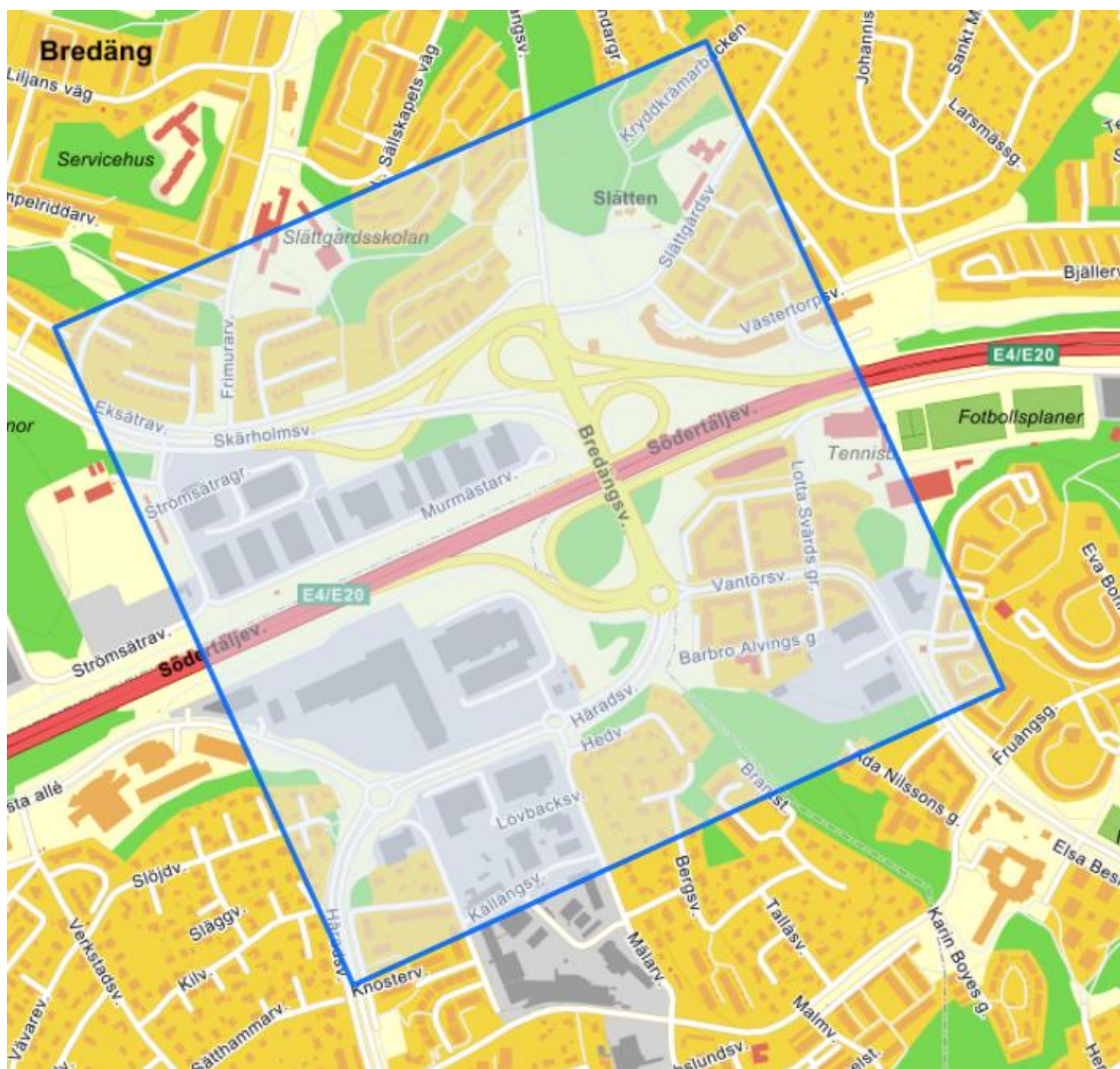
Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 11). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

Tabell 11. 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 samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt⁴⁸. En kvadratkilometer stort område kommer därmed även att inkludera ytor runt om planområdet, se Figur 31.

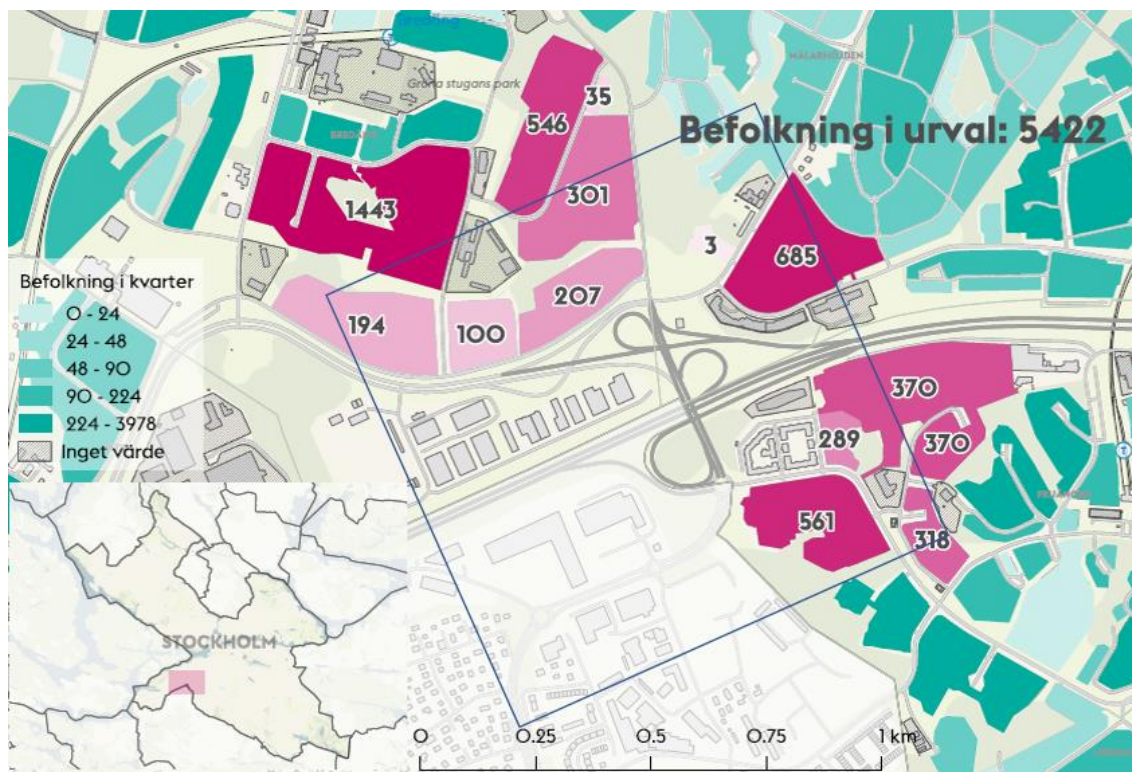


Figur 31. Kvadratkilometern för planområdet med Södertäljevägen i dess mitt (blå ruta).

Befolkningsunderlag för boende har tillhandahållits av Stockholms stad⁴⁹ och av Huddinge kommun⁵⁰.

Boende

I Figur 32 illustreras statistiken över från Stockholms stad⁴⁹. I Huddinge kommun är befolkningmängden 250 personer⁵⁰ och antas vara jämt distribuerad inom 250–500 meter söder om Södertäljevägen. Befolkningen utgörs av antalet folkbokförda i området. Av dessa antas 90% vara borta 10 timmar per dygn.



Figur 32. Befolkning tillhandahållen från Stockholms stad med aktuell kvadratkilometer markerad.

Tillkommande bebyggelse illustreras i planförslaget, se Figur 33. Tillkommande persontäthet är framtagen utifrån antaganden om personer per BTA (där varje bostad antas vara 100 m² och vara bostad för 2.8 personer⁵¹) som planeras för tillkommande bostäder samt att av dessa antas 90% vara borta 10 timmar per dygn.



Figur 33. Förslag detaljplan för del av fastigheten Sättra 2:1, Mäläräng. Riskbedömningen har genomförts med samrådsförslaget som underlag.

Skolor

Slättgårdsskolan med 700 elever är i dagsläget belägen inom området och har ca en lärare per 12 elever. Skolan kommer eventuellt utökas till att rymma 900 elever⁵¹. Det planeras tillkomma en skola med 900 elever med ca en lärare per 12 elever⁵¹. Det planeras även tillkomma en förskola med 6–8 avdelningar om ca 17 elever och 20 lärare per avdelning⁵¹. Samtliga skolorna är belägna över 250 meter norr om Södertäljevägen. Utökningen av befintlig skola och ny förskola samt skola beaktas i analysen. Personerna i skolorna antas vara lediga 12 veckor per år och övrig tid på plats 40 timmar i veckan.

Sysselsatta och besökare

Antalet sysselsatta inom kvadratkilometern norr om Södertäljevägen är ca 300 personer hämtade från deklarationsuppgifter och företag/arbetsställe i området år 2015⁵². Dessa antas vara placerade inom 50–150 meter. Av dessa antas samtliga arbeta 40 h på heltid och de är på plats 75 procent av normal årsarbetstid till följd av bland annat semester och sjukfrånvaro⁵³. De verksamheter som är belägna inom kvadratkilometern är främst bilhandel och verkstäder. Ingen information funnits kring sysselsatta söder om Södertäljevägen. Då det är samma typ av verksamheter antas konservativt att 600 personer är sysselsatta söder om Södertäljevägen då verksamheterna är något fler än norr om Södertäljevägen. Dessa sysselsatta antas vara jämnt distribuerade inom området 50–500 meter söder om Södertäljevägen.

Personer som vistas i området dagtid utöver boende, sysselsatta och elever i skolor bedöms främst befinna sig i bilhandel och liknande verksamheter inom kvadratkilometern. Denna sällanvaruhandel bedöms ha besökare i begränsad omfattning. För besökare vid verksamheterna (bilverkstäder och liknande) har ingen information funnits och därmed antas 50 besökare vara där i snitt 3 timmar per dag norr om Södertäljevägen och 150 besökare i snitt 3 timmar per dag söder om Södertäljevägen. Inom 0–50 meter söder om Södertäljevägen finns ett förråd och magasinering för privatpersoner och företag. För besökare vid förrådet har ingen information funnits och därmed antas 40 besökare vara där i snitt 3 timmar per dag.

Tillkommande persontätheten för handelshuset för besökare, handel samt kontor är framtagen utifrån antaganden om personer per BTA⁵⁴ som planeras samt tiden de förväntas befinna sig inom handel eller arbetande där. Handelsplanet har en total byggyta om 6600 m².⁵¹ Utöver handel planeras även 2–3 våningar parkering⁵¹. Planbestämmelsen tillåter även kontor och höjd tas för 1000 m² kontorsyta.

Använda värden

Kvadratkilometern inom planområdet har delats upp i åtta delar - fyra delar norr om och fyra delar söder om Södertäljevägen. 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 Södertäljevägen).

Nedan redovisas underlag för uppskattning av antal människor som vistas inom planområdet och den omgivande kvadratkilometern. Slutligen, utifrån uppskattningar av genomsnittligt antal människor i området, kan också persontätheter för de olika delområden beräknas (personer/km²).

Utbyggnadsalternativet (persontäthet)

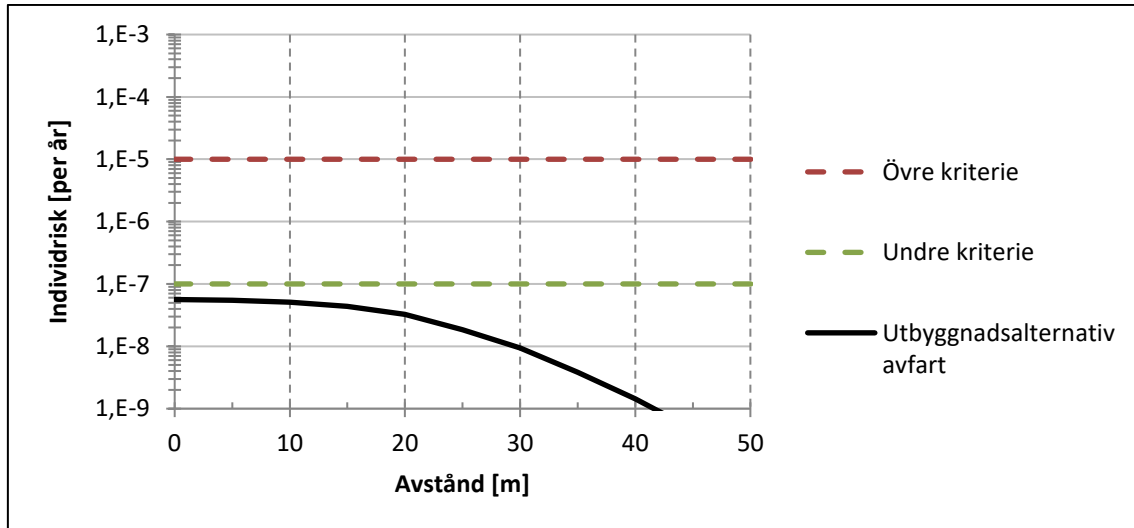
	Total [personer/km ²]	
250-500 m	3 600	Nord
150-250 m	18 400	
50-150 m	4 100	
0-50 m	10	
Vägen	-----	
0-50 m	100	Syd
50-150 m	950	
150-250 m	2 200	
250-500 m	2 600	

<1 000 meter>

Bilaga F Resultat för transport av farligt gods på avfarten separat

Individeriskbidrag

I Figur 34 presenteras individeriskbidraget för avfarten separat.



Figur 34. Individeriskbidraget för utbyggnadsalternativ från avfarten.

Bilaga G Riskk uppskattningar för pölbrand vid drivmedelsstation

I denna bilaga beskrivs dimensionerande förutsättningar, antaganden och metod för genomförda strålningsberäkningar för pölbrand vid drivmedelsstationen.

Typ av drivmedel

Beroende på vilket drivmedel som släpps ut kommer den gas-/luftblandning som bildas vara olika lättantändlig där bensin bildar mycket lättantändliga blandningar medan dieselångor är mer svårantändliga.

Antändning kan ske genom att gasluftblandningen kommer i kontakt med en tändkälla som exempelvis heta motordelar, statisk elektricitet eller en öppen låga. Gasluftblandningen 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 12. Förbränningsparametrar för pölbränder för olika drivmedel

Drivmedel	Förbrännings-effektivitet	Förbränningshastighet per ytenhet	Förbränningsvärme
Bensin	0,7 ⁵⁵	0,055 kg/m ² s ⁵⁶	43 700 kJ/kg ⁵⁶
Diesel	0,7 ^{55,56}	0,048 kg/m ² s ⁵⁶	43 600 kJ/kg ⁵⁷

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.

Pölens källa och utbredning

En annan viktig parameter för att bedöma påverkan från pölbranden på tillkommande bebyggelse är att bedöma en eventuell pölbrands källa och utbredning. Både vid pumpar och lossningsplats finns dock spillzoner med brunn i mitten och i lågpunkt så att utspilld vätska inte kan bilda en pöl under tankbilen och begränsar arean som vätskan kan breda ut sig på. Spillzonen kommer att begränsa pölens utbredning. Spillzonen antas vara begränsad till en cirkulär area om 64 m² (16*4 meter enligt lagstiftning) vid påfyllnadspunkten. Den dimensionerande händelsen i Länsstyrelsens rapport⁵⁸ är 10 m³ bensin som rinner ut, vilket på ett horisontellt underlag bildar en pöl med en area på omkring 300 m². En pölbrand i storleksordningen 200–400 m² är främst relevant att studera vid en olycka med farligt gods på väg. Detta medför att det dimensionerande skadefallet för läckage på drivmedelsstation anges till en bränslepöl på 64 m².

Strålningsberäkningar 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, likt den aktuella pölen) kan brandeffekten från pölen beräknas utifrån följande samband:

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

där

\dot{Q} = utvecklad effekt (kW)

χ = förbränningseffektivitet

\dot{m}'' = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m²s)

ΔH_c = förbränningsvärme (MJ/kg)

A_f = pölstorlek (m²)

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

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

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

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

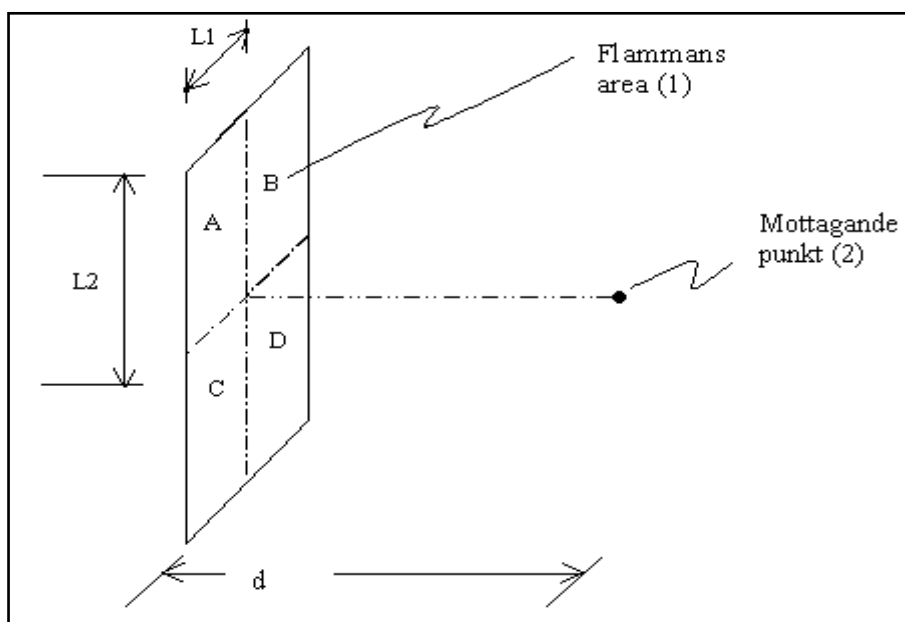
Flamtemperatur

Flamtemperaturen T_f utgör medeltemperaturen i flammen, temperaturen i själva flamspetsen (T_t) är ca 540°C (813 K). Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Flammans maximala temperatur (T_b) antas för samtliga studerade ämnen vara 1000°C (1273 K). Utifrån dessa antaganden kan medeltemperaturen i flammen bestämmas. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flammen och erhålls enligt:

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

Synfaktor

Synfaktorn F anger hur stor andel av den emitterade strålningen från flammen (1) som når den mottagande punkten eller ytan (2), se Figur 4. 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 4. 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 θ_1 och θ_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:

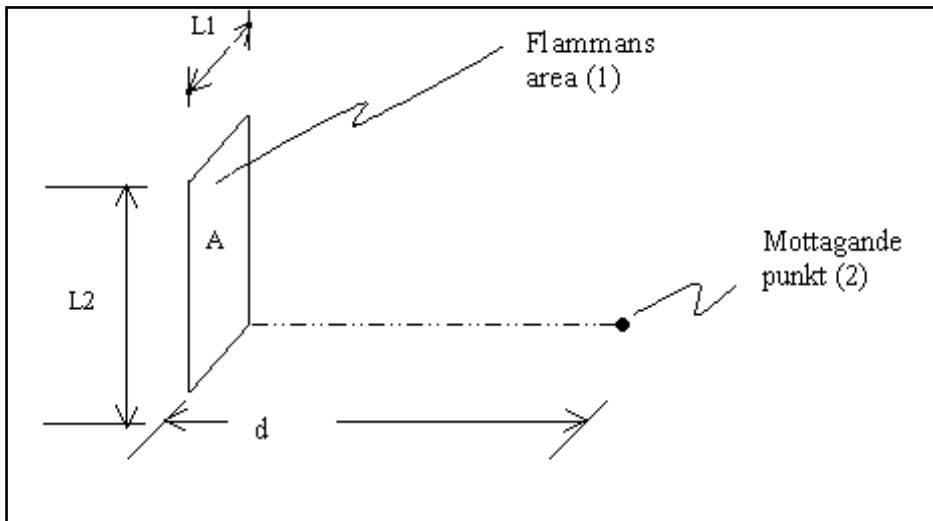
$$A_1 = L_1 \cdot L_2 \text{ enligt Figur 5.}$$

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

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt Figur 5.}$$



Figur 5. 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 flammans

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

$$q_r'' = \text{Infallande strålning (kW/m}^2\text{)}$$

ε = Emissionstal

σ = Stefan-Boltzmanns konstant (= $5.67 \times 10^{-11} \text{ kW/m}^2\text{K}^4$)

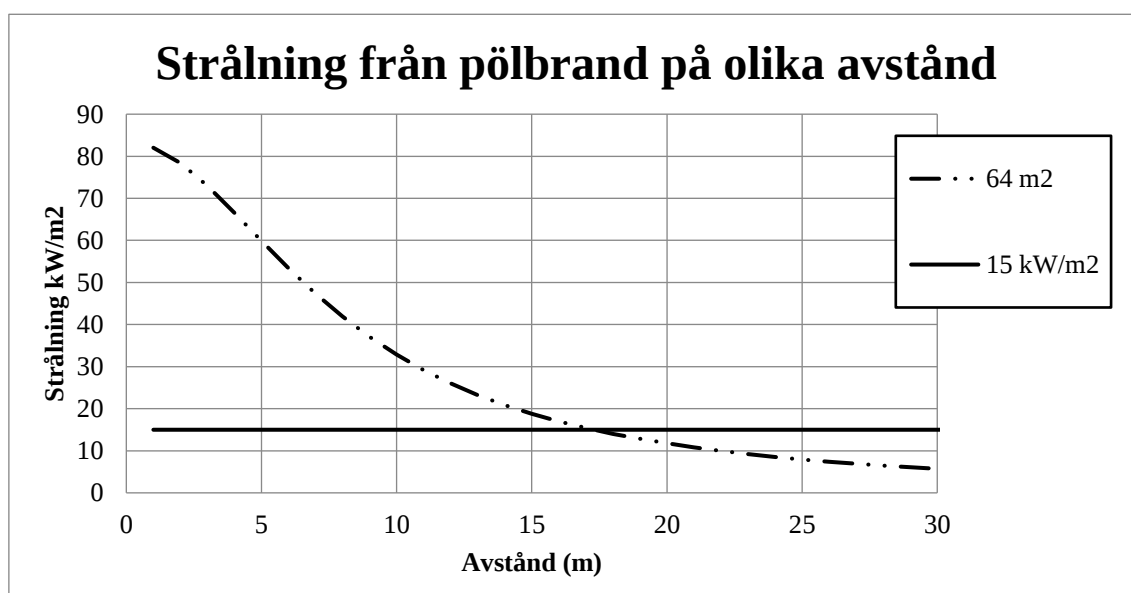
F = Synfaktor

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 vald pölstorlek om 64 m^2 presenteras i Figur 6. Strålningsnivåer värderas mot 15 kW/m^2 (svart streck) som acceptanskriterium för icke brandklassad fasad⁵⁹.



Figur 6. Strålning från pölbränder med bensin i pöl om 64 m^2 .

Resultaten visar att de konsekvensbaserade skyddsavstånden för en pöl om 64 m^2 är cirka 20 meter för icke brandklassad fasad. Dessa avstånd räknas från den befintliga spillzonen.

Bilaga H Referenslista Bilaga A-E

-
- ³⁸ 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.
- ³⁹ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjudad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ⁴⁰ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- ⁴¹ Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- ⁴² HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.
- ⁴³ SIKA (2001). *Vägtrafikskador* Statens institut för kommunikationsanalys, 2001
- ⁴⁴ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazzardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- ⁴⁵ Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- ⁴⁶ 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.
- ⁴⁷ Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. 0S147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).
- ⁴⁸ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ⁴⁹ Stockholm stad (2017). *Befolkningskartor Bredäng från Thomas Stenberg GIS-ingenjör Stadsbyggnadskontoret*, mail: 2017-12-18.
- ⁵⁰ Huddinge kommun (2017). *Sandra Dovärn, Statistiker*, mail 2017-12-04.
- ⁵¹ Stockholms stad (2017). *Mäläräng Startmöte Riskanalys 2017-11-21, Structor Riskbyrå och Exploateringskontoret (Lena Hall och Joel Berring)*.
- ⁵² Stockholm stad (2017). *Förvärsarbetande från Thomas Stenberg GIS-ingenjör Stadsbyggnadskontoret*, mail: 2018-01-04.
- ⁵³ Arbetsgivarverket (2011). *Arbetad tid och frånvaro - Tidsanvändningsstatistik 2006 – 2009*, <https://www.arbetsgivarverket.se/globalassets/avtal-skrifter/rapporter/arbetad-tid-och-franvaro-110126.pdf>
- ⁵⁴ Lunds tekniska högskola (2012). *Brandskyddshandboken*. Lunds tekniska högskola, 2012.
- ⁵⁵ Karlsson, B & Quintiere, J.G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*, 2000.
- ⁵⁶ Tewarson, A. (2002). *Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire – Chapter 3.4 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition*, Quincy, 2002.
- ⁵⁷ Miljöförvaltningen i Stockholm kommun (2006). *Säkerhetsaspekter med E85 som drivmedel*, Stockholm, 2006.
- ⁵⁸ 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.
- ⁵⁹ Lunds Universitet et al. (2012). *Brandskyddshandboken*.