Burlövs Kommun

Riskutredning Kronetorp, Burlöv
Område A

Malmö 2017-03-31
ÅF-Infrastructure AB
Brand och Risk

Uppdragsnummer
731489

Grafiska vägen 2A, 412 63 Göteborg, Box 1551, 401 51 Göteborg. Telefon: 010-505 00 00. Fax: 010-505 34 16
Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 38 01. Säte i Stockholm. www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103. VAT nr SE556185210301

ÅF-Infrastructure AB

Brand & Risk
BORLÄNGE – GÄVLE – GÖTEBORG
MALMÖ – LINKÖPING
TROLLHÄTTAN – STOCKHOLM

DOKUMENTINFORMATION

UPPDRAG	Riskutredning Kronetorp, Burlöv
UPPDRAGSGIVARE	Burlövs Kommun
REFERENSPERSON	Gärda Sjöholm/Kerstin Torseke Hulthén
UPPDRAGSNUMMER	731489

UPPDRAGSANSVARIG	Henrik Georgsson Brandingenjör henrik.georgsson@afconsult.com	Telefon 010 – 505 73 53
HANDLÄGGARE	Johan Hellstrand Civilingenjör i riskhantering & Brandingenjör johan.hellstrand@afconsult.com	Telefon 010 – 505 70 73
INTERNKONTROLL	Henrik Georgsson Brandingenjör	

DATUM	DOKUMENTSTATUS/VERSION
2017-01-27	Utkast
2017-03-31	**Riskutredning – Slutrapport**

Sammanfattning

Som en del i planarbetet avseende nya detaljplaner i Kronetorp i Burlövs kommun utförs denna riskutredning för att vara en del i framtagandet av den planerade markanvändningen. Aktuell rapport syftar till att utreda risknivån för området med avseende på transport av farligt gods samt risktillkott från befintliga industrier i området. Målet med riskutredningen är att skapa ett underlag som underlättar för beslutsfattare att planera området utifrån ett riskperspektiv.

I området finns ett stort antal riskkällor i form av vägar och järnvägar där farligt gods transporteras samt ett antal industrier i form av främst plastindustrier, en bensinstation och bilverkstäder. De transportleder som påverkar det aktuella områden är Kronetorpsvägen, E6/E20, E22.10, E6.01 och Södra Stambanan. Det finns även en tågstation längs med Södra Stambanan inom planområdet. Förutom direkta riskkällor finns det dessutom luftledningar för högspänning från en befintlig nätstation i området som går längs med Södra Stambanan och följer sedan längs med norra delen av området innan den går ur området mot öster.

I arbetet har möjliga olycksscenarier identifierats och dessa används för att beräkna riskmåttet individrisk samt samhällsrisk genom beräkning av frekvens och konsekvens för respektive olycksscenario. För verksamheter i området har det fokuserats på att bedöma konsekvenser då frekvenserna för en olycka där ej är möjliga att bedöma med en rimlig säkerhet med tillgängligt material.

Skyddsobjekt är personer som befinner sig inom byggnaderna samt utomhus inom området. Konsekvenser definieras utifrån risk för dödsfall bland dessa personer till följd av farligt godsolyckor alternativt olyckor i verksamheterna som leder till motsvarande konsekvenser.

De olycksscenarier som utgör störst risk för området är pölbränder till följd av utsläpp av brandfarlig vätska samt utsläpp av giftiga gaser, främst klor/svaveldioxid. Jämfört med relevanta riskacceptanskriterier från Räddningsverket är den beräknade individrisken inom det så kallade ALARP-området för respektive transportled och även över det övre kriteriet för korta avstånd från E6/E20. Avseende samhällsrisk överstigs ALARP-området utan riskreducerande åtgärder. Osäkerheter har i arbetet hanterats genom att konservativa antaganden använts genomgående. Detta kan utgöra ett problem i sig då säkerhetsnivån i dessa fall tenderar att bli hög och innebära åtgärder som ej är rimliga med hänsyn till kostnaden.

För att uppnå en acceptabel risknivå i området rekommenderas ett antal åtgärder. Dessa åtgärder ska beaktas när området planeras. Nedan presenteras

kort de åtgärder som rekommenderas, för en utförlig beskrivning avseende åtgärder se kapitel 7 *Riskreducerande åtgärder*. För område B och Område C beskrivs riskreducerande åtgärder mer specifikt i respektive rapport.

De åtgärder som rekommenderas för området är följande med hänsyn till transport av farligt gods:

- Avseende skyddsavstånd rekommenderas följande, avstånden beräknas från det spår som går närmast planområdet och avser spårets ytterkant alternativt vägbanans ytterkant mot området på respektive sida.:
    - Skyddsavstånd från Södra Stambanan bör till närmaste bebyggelse vara minst 15 m. Trafikverket rekommenderar dock 30 m bebyggelsefritt från järnväg. Därmed bör skyddsavstånd även stämmas av med Trafikverket.
    - Skyddsavstånd från E6/E20 samt E22.10 bör vara minst 30 m. Tillstånd från Trafikverket/Länsstyrelsen kan krävas på 12 m, 30 m eller 50 m.
    - Skyddsavstånd från Kronetorpsvägen bedöms ej vara en förutsättning utifrån aktuell analys om det ej förutsätts med hänsyn till andra säkerhetsaspekter, så som krav från Trafikverket. Tillstånd från Trafikverket/Länsstyrelsen kan krävas på 12 m, 30 m eller 50 m.

- Inom 100 m från E6/E20 samt inom 80 m från E22.10 rekommenderas det att inga personintensiva verksamheter byggs. Verksamheter som är lämpliga är mindre kontor, parker samt småhusbebyggelse. Bebyggelse i närheten av Södra Stambanan diskuteras inom arbete för område B och område C.

- På ett avstånd längre än 40 m krävs inga åtgärder kopplade till brandfarlig vätska. Åtgärder krävs på kortare avstånd beroende på verksamhet och byggnadsstorlek.

- Avseende giftig gas rekommenderas följande:
    - 0-70 m: Byggnader förses med nödstopp på ventilationen och friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled.
    - 70-150 m: Byggnader som inte är skyddade av annan byggnad med minst samma byggnadshöjd förses med nödstopp på ventilationen. Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled. Det senare gäller för samtliga byggnader inom 70-150 m från transportled.
    - Över 150 m: Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled.

- För att byggnader som placeras i anslutning till farligt godsleder ska bli mer motståndskraftiga mot explosioner rekommenderas det att dessa utförs som stabila byggnader i exempelvis betong eller tegel. Detta gäller första radens bebyggelse.

- Södra Stambanan bör förses med urspårningsräl längs med området med hänsyn till hög persontäthet längs sträckan.

De åtgärder som rekommenderas för området är följande med hänsyn till verksamheter:

- Inom 50 m från Amerikansk Bilimport samt Preem bör byggnader förses med obrännbar fasad i brandteknisk klass EI 30 samt med möjlighet till utrymning bort från verksamheten. Om byggnader uppförs närmare än 30 m från bör fönster utföras i lägst brandteknisk klass E 30.

- Genom att säkerställa att VMA-signal hörs i området och att byggnader utförs enligt rekommendationer för giftig gas enligt ovan bedöms åtgärder ha vidtagits avseende giftiga gasutsläpp från industrier i närheten. Luftintag till byggnader som ligger mer än 150 m från respektive transportled rekommenderas vara vända bort från Södra Stambanan (från industrierna) med hänsyn till stora konsekvensavstånd vid giftiga utsläpp från industrierna.

Det ska vid byggnation nära kraftledningar tas hänsyn till påverkan från spänning och magnetfält. Detta hanteras separat av Burlövs kommun och EON.

Det ska tas hänsyn till befintliga gasledningar vid byggnation i området.

Åtgärder som är listade är sådana som bedöms medföra en risknivå i området som understiger de av samhället accepterade nivåerna avseende individrisk samt som ligger inom ALARP-området avseende samhällsrisk. Åtgärder som presenteras är sådana som ÅF rekommenderar med hänsyn till områdets utseende och risknivå. Med de riskreducerande åtgärder som presenterats har även hänsyn till de verksamheter/industrier som finns i området tagits. När samhällsrisk utvärderas kan ytterligare åtgärder tillkomma.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING ... 7
1.1 Bakgrund och mål ... 7
1.2 Metod ... 7
1.2.1 Disposition ... 8
1.2.2 Metodosäkerhet ... 8
1.2.3 Begreppslista ... 8
1.3 Avgränsningar ... 9
1.4 Styrande lagstiftning och riktlinjer ... 9

2 OMRÅDESBESKRIVNING ... 12
2.1 Allmänt ... 12
2.2 Studerat objekt ... 13
2.3 Skyddsobjekt ... 14
2.4 Riskkällor ... 16
2.4.1 Transporter av farligt gods ... 21
2.4.2 Verksamheter ... 25
2.4.3 Luftledningar ... 29
2.4.4 Övriga risker ... 30

3 RISKINVENTERING OCH GROVANALYS FARLIGT GODS ... 31
3.1 Identifiering av risker för aktuellt område ... 31
3.1.1 Explosiva ämnen (Klass 1) ... 31
3.1.2 Gaser (Klass 2) ... 32
3.1.3 Brandfarlig vätska (Klass 3) ... 33
3.1.4 Brandfarligt fast ämne (klass 4) ... 34
3.1.5 Oxiderande ämne (klass 5) ... 34
3.1.6 Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6) ... 34
3.1.7 Radioaktiva ämnen (klass 7) ... 35
3.1.8 Frätande ämnen (klass 8) ... 35
3.1.9 Övriga farliga ämnen (Klass 9) ... 35
3.2 Sammanfattning av scenarion för vidare analys ... 35

4 SAMMANVÄGNING AV SANNOLIKHET OCH KONSEKVENS ... 37
4.1 Individrisk ... 37
4.2 Samhällsrisk ... 37
4.3 Beräkning av sannolikhet och konsekvens ... 38

5 RISKVÄRDERING ... 39
5.1 Räddningsverkets kriterier för tolerabel risk ... 39
5.2 Områdets risk – beräkningsresultat och riskvärdering ... 41
5.2.1 Resultat individrisk ... 41
5.2.2 Resultatdiskussion utifrån riskkriterier ... 47

6 OSÄKERHET 49
6.1 Allmänt om osäkerhet 49
6.2 Diskussion avseende osäkerheter/Känslighetsanalys 49

7 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER 51

8 SAMMANFATTANDE RISKNIVÅER OCH RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER 58

9 SLUTSATS 64

10 REFERENSER 65

1 Inledning

1.1 Bakgrund och mål

Denna riskutredning är genomförd i syfte att utreda och analysera risknivån i samband med exploatering i Kronetorpsstaden i Burlöv. Den utförs då det i anslutning till planområdet finns ett antal farligt godsleder i form av väg och järnväg. Dessutom finns det verksamheter i närheten vilka också bidrar till riskbilden för planområdet.

Målet med riskutredningen är att skapa ett underlag som underlättar för beslutsfattare att ta beslut om hur området kan exploateras och planeras för att uppnå en för samhället acceptabel risknivå.

Riskutredningen är genomförd på uppdrag av Burlövs Kommun.

1.2 Metod

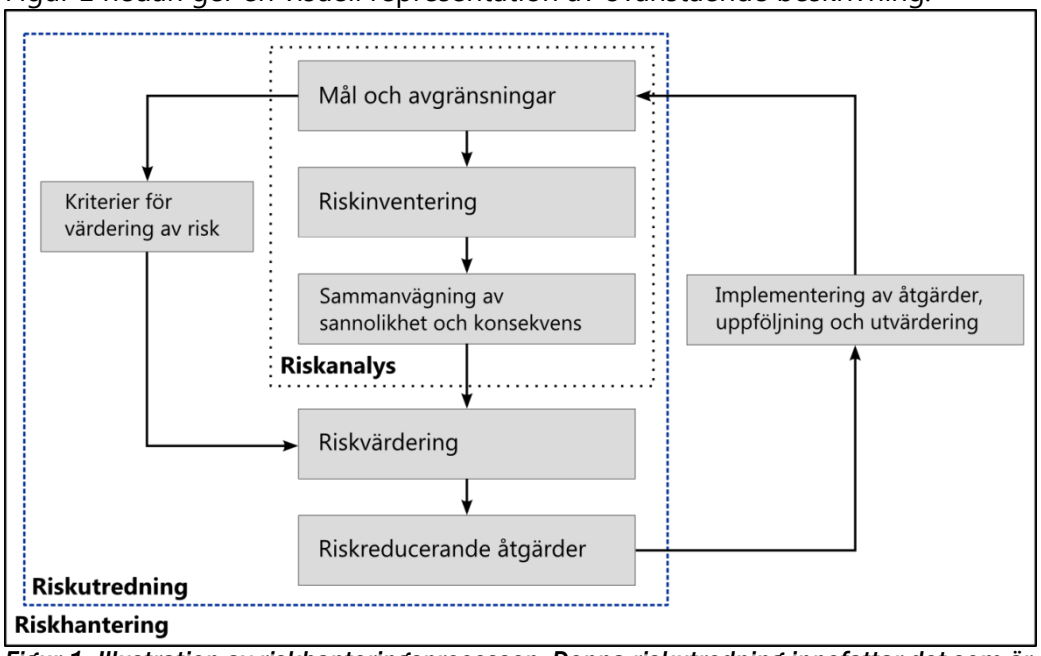
Att genomföra en **riskutredning** innebär i sig flera olika delmoment. Först görs en **riskanalys** som inleds genom att *mål och avgränsningar* bestäms för den aktuella analysen. Också de principer för hur risken värderas slås fast. Därefter tar *riskinventeringen* vid, som syftar till att definiera de riskscenarier som är specifika för den studerade processen. Därefter görs en *sammanvägning av sannolikhet och konsekvensen* för de identifierade riskscenarierna, för att erhålla en uppfattning om risknivån.

I *riskvärderingen* jämförs resultatet från riskanalysen med principer för hur risken ska värderas, för att komma fram till om risken är tolerabel eller ej. Slutsatser dras utifrån detta resultat om behovet av *riskreducerande åtgärder*.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala **riskhanteringsprocessen** där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande.

Metoden följer i stort de riktlinjer som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland tagit fram [1].

Figur 1 nedan ger en visuell representation av ovanstående beskrivning.



Figur 1. Illustration av riskhanteringsprocessen. Denna riskutredning innefattar det som är markerat med blå streckad linje.

1.2.1 Disposition

Rapportens rubriker följer i stort metoden ovan för en riskutredning. Skillnaderna är att mål och avgränsningar ligger som underrubriker till Kapitel 1 Inledning samt att den för riskinventeringen viktiga områdesbeskrivningen för tydlighetens skull har ett eget kapitel (Kapitel 2).

1.2.2 Metodosäkerhet

I alla riskutredningar av den här typen ingår osäkerheter, både vad det gäller använda modeller och deras avgränsningar, samt indata till dessa modeller. Metodiken är enligt praxis att osäkerheten i huvudsak hanteras genom användning av konservativa värden. Läs mer i kapitel 6.

Resultaten av denna analys bedöms som konservativa på grund av att de modeller som är praxis för skattning av frekvens för olycka är konservativa. Läs mer om detta i avsnitt 5.2.3 – Resultatdiskussion.

1.2.3 Begreppslista

- *Risk:* Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. I denna utredning används två riskmått; Individrisk och Samhällsrisk som båda visar risken genom sammanvägning av sannolikhet och konsekvens, men med lite olika perspektiv. Se kapitel 4.

- *AEGL-3:* Förkortning för Acute Exposure Guideline Levels ger hälsobaserade riktvärden för akut exponering av kemiska ämnen. AEGL-3 motsvarar den luftburna koncentration av ett ämne över vilken befolkningen, inklusive känsliga individer, kan drabbas av livshotande skador eller död. Koncentrationen beror även av tid för exponering, i aktuellt projekt används exponeringstid 30 minuter.
- *ADR/RID*: Regelverk och klassificering av farligt gods på väg respektive järnväg. Klassindelningen är densamma inom ADR och RID.
- ALARP: Förkortning för "As Low As Reasonably Practicable". Risknivå där åtgärder ska göras för att minska risknivån så långt som det ger en rimlig nytta i förhållande till de resurser som riskreduktionen kräver.

1.3 Avgränsningar

De risker som har studerats är sådana som är förknippade med plötsligt inträffade händelser (olyckor) som har sitt ursprung i transporter av farligt gods. Dessutom ingår det en riskidentifiering/värdering av befintliga verksamheters påverkan på området. Enbart risker som kan innebära konsekvenser i form av personskada inom den studerade delen av planområdet beaktas. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering, materiella skador eller skador på personer och objekt utanför planområdet.

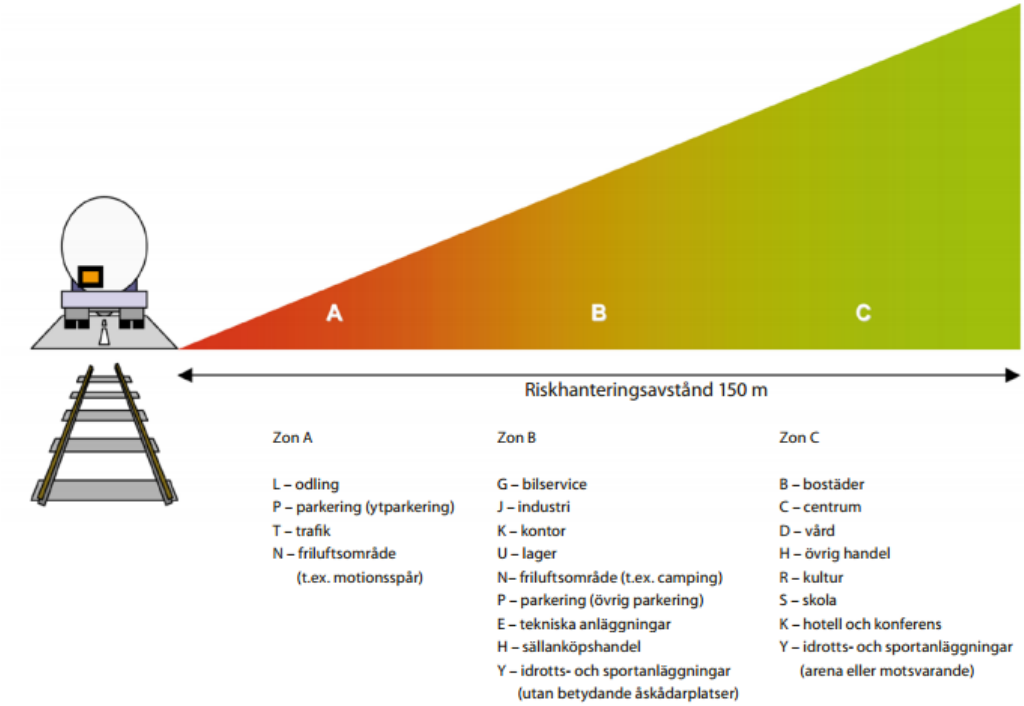
1.4 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Det generella kravet på riskanalyser i samhällsplaneringen har sin grund i Plan- och bygglagen (2010:900) och i vissa fall också Miljöbalken (1998:808).

Det anges dock inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. I lagstiftningen förekommer det inte heller några angivna skyddsavstånd från väg där farligt gods transporteras till bebyggelse. Däremot finns något mer specificerade riktlinjer för lämplig markanvändning utgivna av några av landets länsstyrelser och myndigheter.

I denna utredning har Länsstyrelsernas i Skåne, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen beaktats [1]. I denna anges att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid framtagande av detaljplan inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I samma dokument presenteras hur områden i närheten av farligt godsleder bör planeras i form av olika zoner med olika typer av bebyggelser, se Figur 2. Zonerna innehar inga fasta gränser utan det är planområdet som är avgörande för markanvändningen. Dessa riktlinjer är framförallt avsedda att styra markanvändningens övergripande utformning och kan i vissa fall ersätta en riskutredning av mer noggrann karaktär. Om markanvändningen avviker från nedanstående ska det motiveras och det ska då utredas så att alternativ

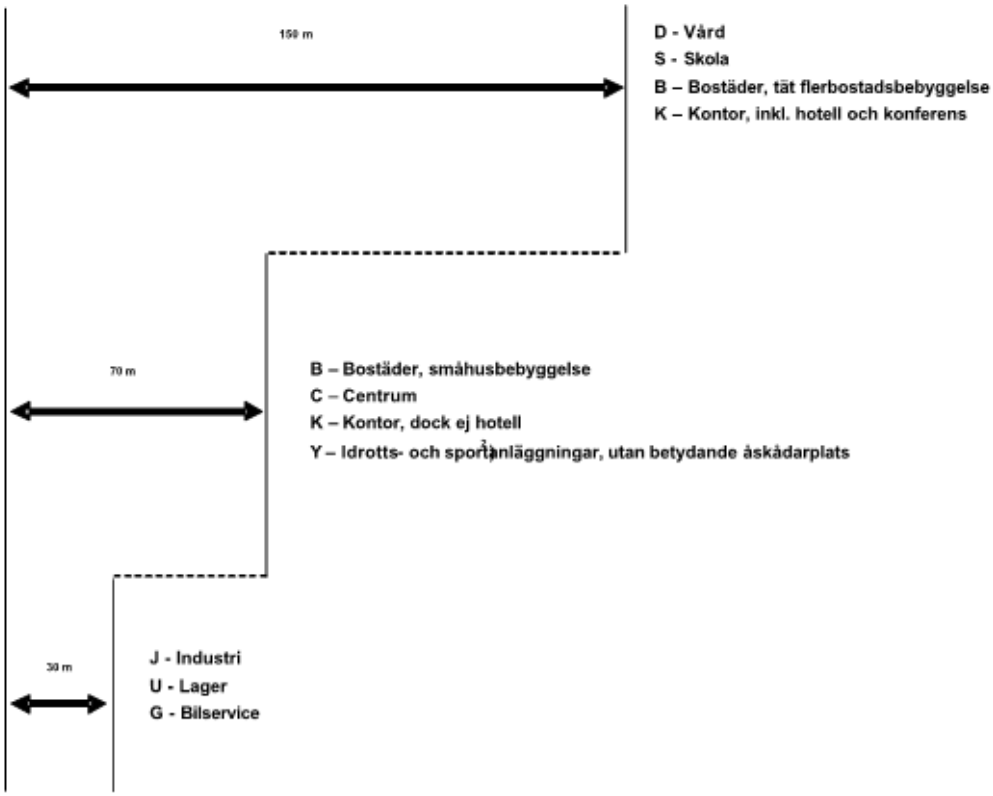
utformning är tolerabel ur risksynpunkt. Dessutom ska eventuella säkerhetshöjande åtgärder föreslås för att acceptera markanvändningen [2].



Figur 2. Presenterar zoner för markanvändning. Zonerna har inga fasta gränser och det är det specifika områdets förutsättningar som bör styra markanvändningen [1].

Bakgrunden till ovanstående rekommendationer grundar sig bland annat i RIKTSAM [2]. I RIKTSAM presenteras liknande zonindelning, se figur 3, som kan ligga till grund för planering av planområden. Avstånden ska framförallt utnyttjas då ingen riskutredning utförs och avsteg från avstånden ska motiveras med vidare utredning avseende risker med hänsyn till bland annat områdesspecifika förutsättningar och riskreducerande åtgärder vid höga risker. Vägledningen bygger på en utförd riskutredning, som presenteras i RIKTSAM, vilken ej hänsyn till andra riskreducerande åtgärder än skyddsavstånd eller till aggregerande riskkällor, i form av flera transportleder för farligt gods, eller omkringliggande riskkällor så som processindustrier.

Skyddsavstånd är en effektiv riskreducerande åtgärd men har samtidigt ett antal negativa effekter. Framförallt medför skyddsavstånd att ett område kan bli ineffektivt planerat då stora delar ej kan exploateras och dessutom medför endast hänsyn till skyddsavstånd att olyckor som har längre konsekvensavstånd än skyddsavståndet ej hanteras. Genom att vidta åtgärder som begränsar konsekvenser kan ofta byggnader uppföras närmare riskkällor vilket ofta är önskvärt ur ett exploateringsperspektiv.

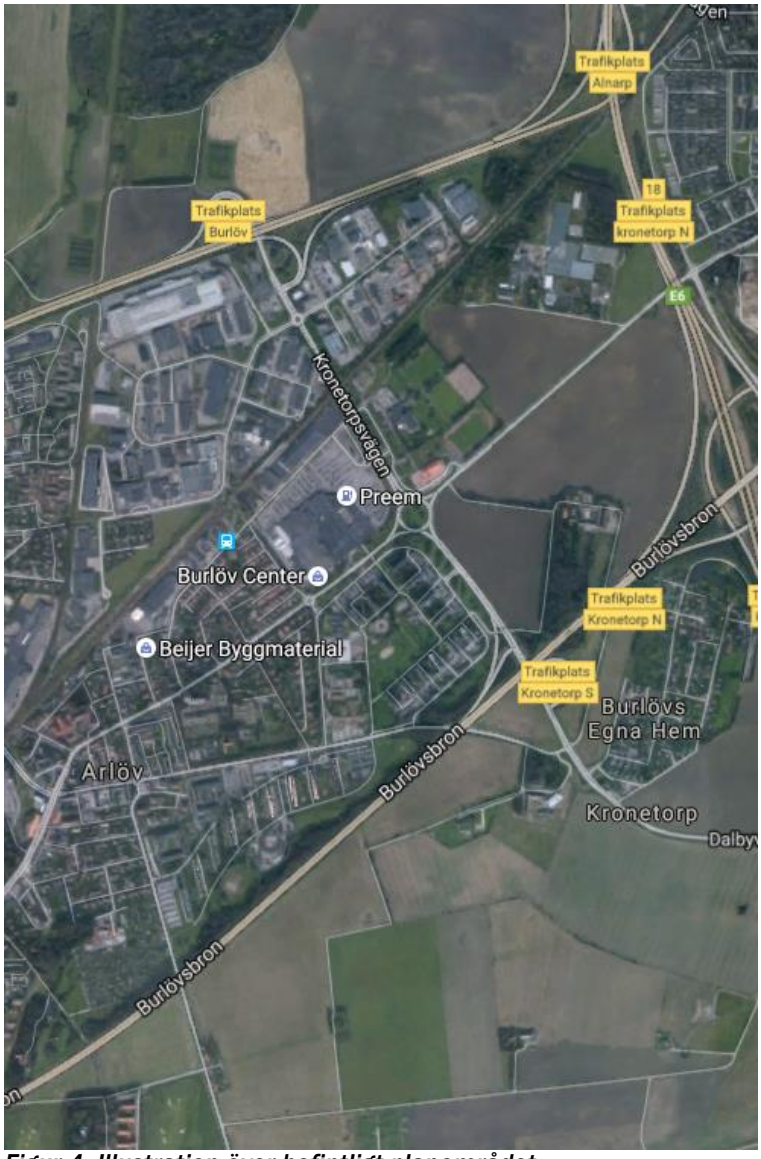


Figur 3. Föreslagna skyddsavstånd med exempel på typisk markanvändning [2].

2 Områdesbeskrivning

2.1 Allmänt

Det studerade området är beläget i området Kronetorpsstaden i Burlöv där det finns exploateringsplaner. I dagsläget består stora delar av aktuellt område utav mark för odling, industrier samt bostadsområden, se övergripande skiss i figur 4. I området ligger även större handel i form av Burlövs Center. I och omkring aktuellt område finns även ett antal industrier och verksamheter som bidrar med ett risktillskott till området.



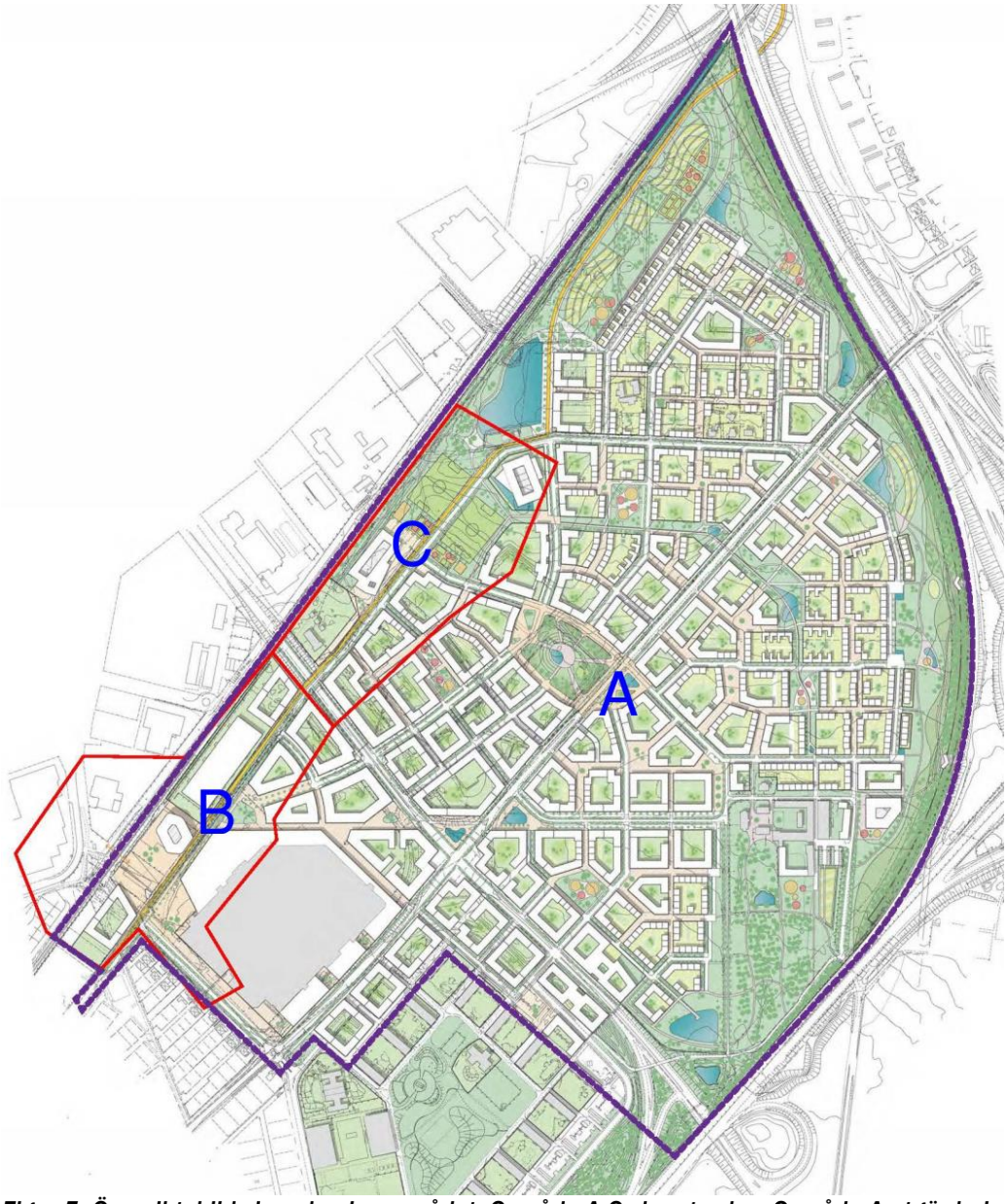
Figur 4. Illustration över befintligt planområdet.

2.2 Studerat objekt

Syftet med riskutredningen är att undersöka hur byggnation av nya verksamheter kan ske i området. Analysen ska utföras i tre större delar. En övergripande analys som utreder påverkan av farligt godstransporter i hela området, det lila området (A) i figur 5. Inom detta område ska det bebyggas med en blandning av verksamheter med bostäder, kontor, handel och parkeringshus (öppna och slutna). Inom denna rapport kommer den övergripande riskbilden att presenteras och visualiseras. Områdena B och C utgör delområden av område A och utreds i separata projekt. De ingår dock som en del av område A varför de inkluderas vid beräkningar av samhällsrisken i området.

Inom området A planeras bostäder, handel, kontor och parkeringsgarage. Dessutom planeras parker, friluftsområden, fotbollsplaner samt ett badhus. Burlövs Centralstation ligger inom området vilken också i samband med exploateringen kommer att påverkas.

Det har tidigare utförts en övergripande riskanalys över området [3] där en övergripande riskidentifiering och markanvändning har diskuterats. Information från den kommer att användas, dock upprättades den för 8 år sedan vilket medför att korrigeringar i trafikintensitet, antaganden och liknande kommer att utföras vid behov.



Figur 5. Översiktsbild visande planområdet. Område A-C ska utredas, Område A utgör hela det lila området.

2.3 Skyddsobjekt

Denna riskutredning fokuserar på personsäkerhet i aktuellt område i Burlövs kommun. Skyddsobjekt är personer som vistas inom det studerade området, både i och utanför byggnader.

Eftersom stora delar av området ligger inom 150 m från farligt gods-led konstateras det att det är rimligt att beakta riskhanteringsprocessen för att utreda områdesspecifika risknivåer med och utan eventuella riskreducerande åtgärder.

Vid beräkningar av samhällsrisk i området är personintensiteten i området av betydelse. Den information som har erhållits i området är följande. Det har i övrigt ej erhållits underlag avseende personbelastning i området.

Vid bedömningar av samhällsrisk ska hänsyn tas till både befintlig och ny bebyggelse. Då i princip hela området ersätts vid aktuella planer tas endast hänsyn till Burlöv Center vad gäller befintlig byggnation. Enstaka villor kommer även att vara kvar inom området.

Boende

Totalt kommer ca: 7300 personer att bo i området. Dessa personer förväntas ej vara inom sin bostad hela tiden. Det görs en distinktion mellan hur stor andel som förväntas vara vid sin bostad på dag/natt samt hur många som förväntas vara inomhus/utomhus. Det uppskattas att 70 % av de boende är vid sin bostad på dagtid (8:00-18:30) och att 90 % av dessa är inomhus och resten utomhus [4]. Andelen utomhus är något högre än värden från källor, men bedöms vara mer rimligt och bör ses som en något konservativ uppskattning.

Nattetid förväntas samtliga vara vid/i sina bostäder. I området förväntas då 95 % vara inomhus och 5 % utomhus [4]. Enligt aktuella källor har 99 % inomhus presenterats, med hänsyn till att tiden avser efter kl. 18:30 bedöms det ej applicerbart.

Stationshus

I närheten av stationen planeras ett stationshus på ca 1340 m^2 fördelat på 2 plan. De personer som befinner sig på stationen förväntas vara de som ska resa från Burlöv. Med hänsyn till den täta trafiken från Burlöv förväntas personer ej befinna sig inom stationshuset under en längre tid, i genomsnitt 15 min. Mindre verksamheter så som biljettförsäljning och kioskverksamhet kan även finnas inom byggnaden men bedöms ej påverka den förväntade tiden.

Under korta perioder av signalfel, kallt väder m.m. kan många personer befinna sig inom stationshuset. Det ansätts att i genomsnitt 15 personer befinner sig inom stationshuset.

Badhuset

Badhuset har enligt uppgift maximalt 800 personer ett antal dagar per år och i snitt 500 besökare per dygn. Badhuset har öppet 360 dagar per år mån-fre 06-22 samt lör-sön 8-20.

Det antas att dessa större tävlingar (med 800 besökare) inträffar 7 dagar per år och att varje tillfälle är 12 timmar. Resterande öppettider antas det genomsnitt befinna sig 83 personer på anläggningen. Detta baseras på 500 personer per

dygn och att dessa förväntas befinna sig 2 timmar på anläggningen. I dessa beräkningar är 20 anställda medräknade.

Fotbollsplaner
I närheten av badhuset kommer 2 stycken utomhusfotbollsplaner att uppföras. Detta kan tillfälligt innebära relativt många personer. Eventuella mindre läktare ska placeras bort från Södra Stambanan och det tas vid beräkningar hänsyn till att planerna används ungefär halva tiden av året (i snitt 12 timmar per dygn). Vid beräkningar bedöms planerna under dessa 12 timmar ”befolkas” av i snitt 30 personer per plan. Maximalt, 12 timmar lördag och 12 timmar söndag, kan upp mot totalt 100 personer i snitt befinna sig på planerna totalt.

Kontor
Ett antal byggnader i anslutning till stationen kommer att utnyttjas för kontrosverksamhet. I detta skede utgör detta 2 byggnader med ca 8200 m^2 BTA. En uppskattning på antalet personer inom kontorsverksamhet utförs utifrån Boverkets byggregler där 0,1 personer/m^2 kan används som dimensionerande personantal [5]. Denna uppskattning utförs på nettoarean varför 20 % räknas bort från BTA.

Vid beräkningarna uppskattas det att ca 80 % av personalen är på kontoret mellan 07-19 och 5 % av personalen är på kontoret resterande del av tiden.

Parkeringshus
I område C planeras ett parkeringshus i närheten av Södra Stambanan. Detta planeras vara ungefär 10000-12000 m^2 BTA. Vid beräkningarna har den generella persontätheten för området använts vid beräkning av samhällsrisk för detta.

Burlöv Center
Inom område A ligger Burlöv Center vilket är ett befintligt stort shoppingcenter. Detta ligger ungefär 150 m från Södra Stambanan med parkeringsplatser som närmast 100 m från Södra Stambanan. Dessa parkeringsplatser har på utbyggnadsalternativet flyttats.

Det har ej erhållits eller efterfrågats några besökssiffror för Burlöv Center i aktuellt projekt. Med hänsyn till detta kommer Burlöv Center att endast hanteras kvalitativt inom aktuellt projekt.

2.4 Riskkällor

Området påverkas av riskkällor i form av dels farligt gods på väg och järnväg och dels verksamheter med processer som på ett eller annat sätt har ett eventuellt risktillskott på området.

I området finns dessutom luftledningar med höga spänningsnivåer vilka även diskuteras inom ramen för rapporten. Dessa utgör dock främst ett problem med hänsyn till långtidsexponering vilket skiljer sig från olyckor med farligt gods där det är personer som omkommer mer direkt av olyckan.

Farligt gods

För aktuellt planområde finns farligt godsleder avseende både väg och järnväg. De farligt godsleder som påverkar området är följande och redovisas i figur 6:

- E6.01
- E6/E20
- E22.10
- Kronetorpsvägen
- Södra Stambanan

Riskidentifieringen av området påvisar att det finns ovanligt många och stora riskkällor avseende farligt godstransporter i området. Vid bedömning av risknivåer avseende väg beror det på huruvida aktuell väg utgör rekommenderad väg för farligt gods eller ej. För aktuellt område är det endast Kronetorpsvägen (som går genom planområdet) som ej är utpekad som rekommenderad väg för farligt gods. Detta innebär att denna väg endast ska utnyttjas om mottagare ej kan nås via det rekommenderade nätet och kortast möjliga väg ska tas. I området finns dock ett antal större industrier vilka trafikerar aktuell led med farligt godstransporter varför denna ingår i denna utredning.

Område A kommer att påverkas av ovanstående transportleder, dock kommer inte hela området att påverkas av samtliga transportleder då konsekvensområdet för olyckorna inte täcker hela området. Delar av området påverkas dock av fler än en transportled och i dessa fall kommer det att särskilt utvärderas.

De delar av E6/E20 samt E22 som går längs området som ligger högre än planområdet är försedda med avåkningsskydd vilket medför att en olycka förväntas stanna på vägen.

Figur 6. Redovisning av riskkällor i området.

För att bedöma mängderna av farligt gods samt typ av gods har ett antal källor använts:

- Tidigare utredning av WSP [3]
- Kartläggning utförd av dåvarande Räddningsverket 2006 [4] (Nuvarande MSB)
- Trafikflöden på väg har studerats med hjälp av trafikflöden från Trafikverket [5]

- Information från RIKTSAM för Södra Stambanan [2]
- Andra rapporter från bland annat Trafikverket och TRAFA.

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar, ADR/RID som tagits fram i internationell samverkan [6]. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transporterna ska ske, var dessa transporter får ske och hur godset ska vara emballerat och vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods, d.v.s. för att transport av farligt gods ej ska innebära farlig transport.

Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av de så kallade ADR/RID-systemen som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. För varje klass finns också ett antal underklasser som mer specifikt beskriver transporten. I tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en grov beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid en olycka.

Alla dessa klasser transporteras dock inte på alla sträckor, varför transportflödena på aktuell sträcka analyseras vidare i nästa avsnitt.

Tabell 1. Klasser av farligt gods med konsekvensbeskrivning [7] [8].

Klass	Kategori ämnen	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning för liv och hälsa
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier etc.	Tryckpåverkan och brännskador. En stor mängd massexplosiva ämnen (Klass 1.1) kan ge skadeområden uppemot 200 m i radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus primärt pga. ras eller kollaps. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och kringflygande delar kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie [9].

2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.) brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid, ammoniak etc.).	Indelas i underklasser där klass 2.1 Brännbara gaser kan ge brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av gasmolnsexplosion eller BLEVE. Klass 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas förväntas inte ha några konsekvenser för liv och hälsa om ett läckage sker utomhus. För klass 2.3 Giftiga gaser kan ge omkomna både inomhus och utomhus till följd av giftiga gasmoln. Konsekvensområden för Klass 2.1 och 2.3 kan båda överstiga 100 meter.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel, industrikemikalier etc. Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekter eller giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Kräver normalt sett tillgång till vatten för att utgöra en brandrisk. Mängden brandfarlig gas som bildas står då i proportion till tillgången på vatten.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentration över 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (exempelvis bensin). Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor uppemot 150 m.

6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel, sjukhusavfall, kliniska restprodukter, sjukdomsalstrande mikroorganismer etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligtvis i små mängder.	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsas till olycksområdet [9]. Personskador kan dock uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

2.4.1 Transporter av farligt gods

I tidigare riskutredning utförd av WSP [3] presenterades följande trafikmängder och mängder farligt godstransporter på väg, se tabell 2.

Tabell 2. Antal transporter av farligt gods per väg, prognos 2020 [3]

Väg	ÅDT, tot	ÅDT, tung	Andel tung	FG per dygn	FG per år
E6.01 110 Västkustvägen	17 500	3 000	17,1 %	78	28 470
E6.01 70 Västkustvägen	22 500	4 000	17,8 %	104	37 960
E6/E20	43 500	5 300	12,2 %	138	50 297
E22.10 Stockholmsvägen	55 000	3 800	6,9 %	99	36 062
Kronetorpsvägen	12 000	1 200	10,0 %	31	11 388

Dessutom presenterades motsvarande mängder för järnväg, se tabell 3.

Tabell 3. Antal transporter av farligt gods per järnvägsalternativ, prognos 2020 [3]

Järnväg	Persontåg per dygn	Godståg per dygn	Vagnar per dygn	Vagnar med FG per dygn	FG per år (260 dagar)
Lommabanan	50	40	1 160	87	22 620
Södra Stambanan	400	100	2 900	218	56 680
Södra Stambanan med all trafik	400	140	4 060	305	79 300

I den tidigare utredningen användes prognoser för år 2020 vilket i dagsläget inte bedöms vara tillräckligt långt fram. De prognoser som trafikanalys tagit fram sträcker sig i nuläget till 2030 vilket därför utnyttjas i analysen. Sedan 2008 har trafikverket gjort flertalet mätningar på aktuella sträckor [5] där ÅDT totalt och ÅDT för tung trafik har undersökts. Istället för att utnyttja uppgifter från tidigare riskutredning där stora osäkerheter finns med hänsyn till extrapoleringar har istället de senaste mätningarna utnyttjats. Då extrapolering till 2030 utförs introduceras dock ändå osäkerheter men i mindre mängd med hänsyn till kortare tidsperiod.

Trafikverket har i sin prognos för godstransporter 2030 [10] bedömt att godstransporter på väg (i miljard tonkilometer) kommer att öka med ca 53 % exklusive ökningen av malmbrytning i Norrland. I denna utredning antas att transporter av farligt gods på väg ökar i samma utsträckning som övriga godstransporter, dvs. ca 50 % mellan år 2006 och 2030. Med hänsyn till att Trafikanalys [11] i sin analys påtalar att godstransporterna endast ökat 5 % från 2000-2011 och mängden transporterat farligt gods minskat de senaste 11 åren (20000-2011) bedöms det antagandet väldigt konservativt men kommer dock att användas med hänsyn till att transportlederna generellt är viktiga huvudtransporter för södra Sverige som med hänsyn till olika anledningar kan komma att öka. I de fall trafikmängder från senare årtal än 2006 erhållits har det antagits att ökningen sker linjärt och viss andel av höjningen har antagits redan ha skett.

Södra stambanan utgör en av de viktigaste transportlederna i Sverige och är även en utav de lederna som har högst kapacitetsutnyttjande [12]. I den rapporten framgick det att det under 2015 gick 27 godståg per dygn. I samrådsunderlag avseende utbyggnad till fyrspårig järnväg mellan Lund-Flackarp framkommer det att vid utbyggnad till fyrspårig järnväg kan 66 godståg per dygn framföras på sträckan år 2030 [13]. I tidigare riskanalys utförd av WSP har en trafikintensitet på 100 samt 140 godståg per dygn använts. För att denna utredning ej ska underskatta mängden farligt gods

används 100 godståg per dygn med känslighetsanalys på 140 för att undersöka hur detta skulle påverka risknivåerna. Motsvarande antaganden som utfördes i tidigare riskutredning utförs [3]. Lommabanan är ej aktuell med hänsyn till att avståndet från planområdet till Lommabanan är så långt som 450 m, därmed utförs inga frekvens- eller konsekvensberäkningar för Lommabanan.

Genom att utnyttja tidigare riskutredning samt tillgängligt underlag enligt ovan erhålls följande underlag, se tabell 4 för väg. Enligt Trafikanalys [14] utgjorde transport av farligt gods 5 % av transportarbetet samtidigt som godsmängden utgjorde 3 %. Samtidigt framgår det att denna stadigt har avtagit sedan 2002. Det finns dock inga ytterligare indikationer på en minskning från ovanstående siffror. För att ej erhålla ett resultat som är för konservativt används 4 % generellt för väg förutom för Kronetorpsvägen där 5 % används. Detta utgör högre värden än tidigare utredning där 2,6 % av det totala transportarbetet användes [3]. Anledningen är att vägavsnittet trafikeras av farligt godstransporter endast för ändamål inom området.

Tabell 4. Antal transporter av farligt gods per väg, prognos 2030

Väg	ÅDT, tot	ÅDT, tung	Andel tung	FG per dygn	FG per år
E6.01 90/110 Västkustvägen	22 200	2 600	11,7 %	103	37 595
E6/E20	62 200	6 600	10,6 %	263	95 995
E22.10 Stockholmsvägen	61 300	4 300	7,0 %	172	62 780
Kronetorpsvägen	14 400[1]	1 1440	10,0 %	72	26 280

1. I tidigare analys gjordes en prognos till 2020. För att inte dubbelräkna har det antagits att en ökning med 20 % mellan 2020-2030.

Mängd transporterat gods järnväg

Mängderna farligt gods som transporteras baseras på information från RIKTSAM där det framgår att 150 vagnar av 2000 vagnar på Södra Stambanan i Malmö innehåller farligt gods (7,5 %). Det finns inget som tyder på att denna andel skulle ökat i förhållande till ökat antal godståg, snarare finns det underlag som påtalar att andelen minskat till ungefär 4,5 % [15]. I denna rapport hålls 7,5 % kvar med hänsyn till framtiden och att Södra Stambanan utgör en central samhällsviktig transportled.

Vilka typer av farligt gods som trafikerar farligt godsleder beror framförallt på om det sker på väg eller järnväg. WSP utgår från RIKTSAM [2] vid bedömning av andelar farligt gods. Dessutom finns det möjlighet att utifrån kartläggningen utförd av Räddningsverket [4] ta fram andelar för respektive RID-klass och dessutom framgår ytterligare en fördelning i Tyréns rapport avseende motsvarande sträcka [15]. Följande tabell återfanns i deras rapport:

Tabell 5. Andelar av de olika farligt godstyperna [15].

RID-Klass	Ämne	Andel (ca.), utifrån MSB:s GIS-skikt (september 2006)	Andel RIKTSAM	Uppgifter redovisade i järnvägs-utredningen
1	Explosiva ämnen och föremål	0,0 %	0,6 %	2 %
2.1	Gaser, brandfarliga	11,2 %	2 %	19 %
2.2	Gaser, varken brandfarliga eller toxiska	1,0 %	6 %	
2.3	Gaser, toxiska	8,7 %	11,9 %	
3	Brandfarliga vätskor	12,6 %	18,1 %	
4	Brandfarliga fasta ämnen	3,0 %	6,2 %	4 %
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	29,7 %	20,0 %	19 %
6	Giftiga ämnen	5,2 %	5,9 %	6 %
7	Radioaktiva ämnen	0,0 %	0,1 %	0 %
8	Frätande ämnen	23,7 %	24,4 %	31 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4,9 %	4,9 %	4 %

Andelen av respektive RID-klass skiljer sig inte nämnvärt mellan de olika källorna, därmed används RIKTSAM då det ej i järnvägsutredningen framgår andelar för RID-klass 2.1-2.3. Dock skiljer sig mängden brandfarlig gas mycket mellan MSB:s och RIKTSAMs uppskattningar. Detta medför att en undersökning om dess inverkan utförs.

Trafikverket har i sin prognos för godstransporter 2030 [16] bedömt att godstransporter på järnväg (i miljard tonkilometer) kommer att öka med ca 45 % i huvudscenariot. Enligt Trafikverkets rapport beror mer än hälften av tillväxten i transportarbete på den ökade malmbrytningen i norr vilket innebär att tillväxten i järnvägstrafiken i resten av Sverige ligger på en relativt låg nivå. Exkluderas malmbrytningen blir prognosen en ökning på 19 % för järnvägstrafiken i huvudscenariot. I denna utredning är det kapaciteten snarare än utvecklingen av godsflöde som utgör begränsning varför detta ej tas hänsyn till i analysen. Utvecklingen hanteras istället via medräknande av utbyggnaden till fyrspårig järnväg samt känslighetsanalys.

Mängd transporterat gods väg

Andelarna av ADR-klasser baseras på RIKTSAM för väg där brandfarlig vätska är dominerande. Andelar presenteras i tabell 6.

Tabell 6. Fördelning RID-klasser väg [2].

ADR-klass	Ämne	Väg
1	Explosiva ämnen och föremål	0,9 %
2	Gaser	12,0 %
3	Brandfarliga vätskor	76,9 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	0,9 %
5	Oxiderande ämnen och organiska produkter	1,2 %
6	Giftiga ämnen	0,6 %
7	Radioaktiva ämnen	0,1 %
8	Frätande ämnen	7,2 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,3 %

ADR-klass 2 inkluderar både brandfarliga (2.1), ej brand/giftiga (2.2) samt giftiga gaser (2.3). Det framgår ej fördelning mellan dessa. För att hantera denna osäkerhet bedöms det konservativt att hälften av gaserna är brandfarliga och hälften är giftiga.

Kronetorpsvägen utgör ej rekommenderad väg avseende farligt gods men transportleder, E6.01 och E22.10, på respektive sida av området utgör rekommenderade vägar avseende farligt gods. Detta medför att transporter till industrier går över Kronetorpsvägen då detta utgör den kortaste vägen till mottagare från rekommenderad led för farligt gods. Därmed utnyttjas ovanstående information även för Kronetorpsvägen.

2.4.2 Verksamheter

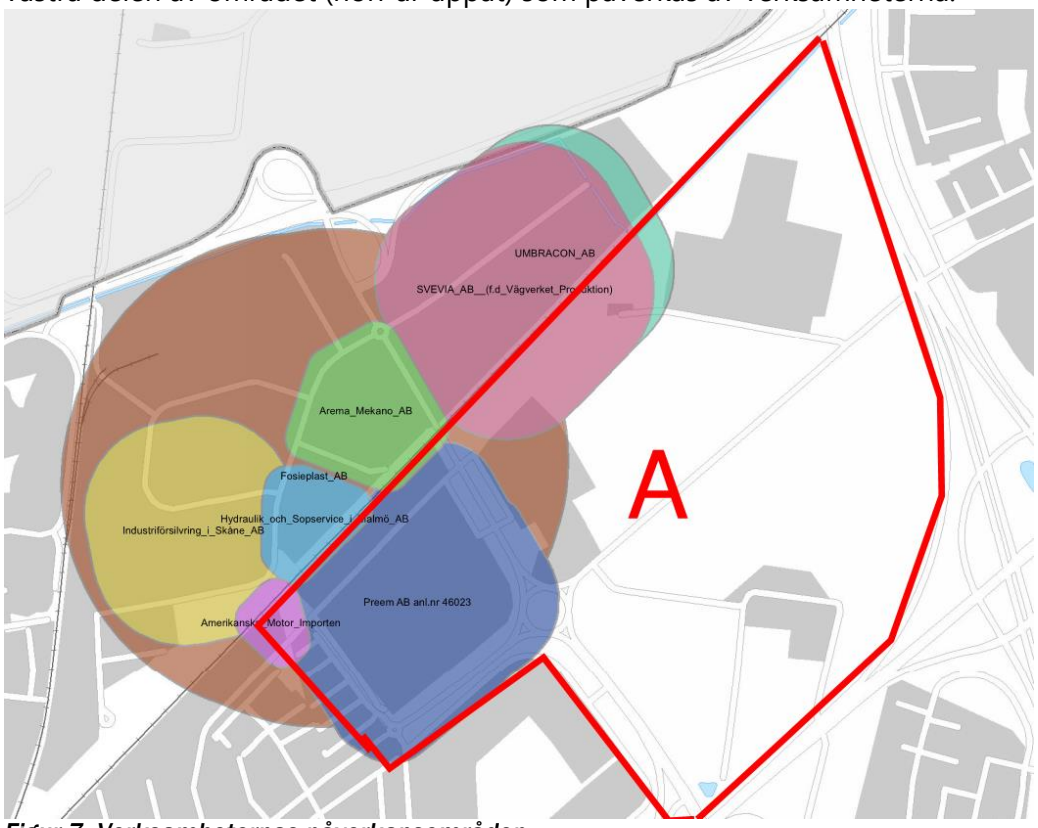
Förutom farligt gods finns ett antal olika industrier och verksamheter som i olika grad påverkar planområdet. En inventering har tidigare utförts där en lista med verksamheter samt skattade/framtagna skyddsavstånd. Dessa redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Verksamheter som kan påverka planområdet inklusive skyddsavstånd.

Verksamhet	Föreslaget skyddsavstånd (m)
Umbracon AB (Plastbearbetande industri)	200
Svevia AB (Bussterminaler m.m)	200
Arema Mekano AB (Plåtslagning inomhus/bilverkstad utan lackering)	50
Hydraulik och Sopservice i Malmö AB (Bilverkstad utan lackering)	50

Industriförsilvring i Skåne AB (Kemisk elektrolytytbehandling)	200
Fosieplast AB (Polyesterindustri)	500
Amerikanska Motorimporten (Bilverkstad utan lackering)	50
Preem AB (Obemannad bensinstation).	100

Erhållet underlag har även placerats grafiskt över området vilket visas i figur 7. I figuren har även område A markerats. Det konstateras att det främst är den västra delen av området (norr är uppåt) som påverkas av verksamheterna.



Figur 7. Verksamheternas påverkansområden.

Skyddsavstånden baseras i aktuell tidigare utredning på bättre plats för arbete [17] samt utefter liknande verksamheter och är inte baserat på de verksamheter som finns i just detta område. Det innebär att det från dessa siffror ej går att uttala sig kring hur stort risktillskottet är utan endast kring huruvida det bedöms utgöra en påtaglig risk för området. De flesta verksamheter ligger på ett avstånd som överstiger 100 m från planområdet. På dessa avstånd är det framförallt spridning av giftiga gaser och större explosioner som kan bidra till en risk för aktuellt område baserat på tidigare utredning.

Umbracon AB (Plastbearbetande industri)
Umbracon AB numera Malmback AB arbetar med att tillverka olika typer av krympslang, termistorer och liknande. I tidigare underlag redovisas ett skyddsavstånd på ungefär 200 m men ligger endast ungefär 30-40 m från planområdet som kortast. Aktuell verksamhet utgör ej tillståndspliktig verksamhet, större brännbara mängder plast finns dock i verksamheten som främst kan utgöra risk vid bränder då plast avger hälsofarliga ämnen. Aktuell verksamhet bedöms därmed kunna ge en påverkan på planområdet vid bränder som sprider giftiga gaser över området.

Svevia AB (Bussterminaler m.m)
Aktuell verksamhet bedriver lagring och hantering av vägsalt som används till halkbekämpning vintertid. Inom området finns dessutom ett antal dieseltankar som totalt uppdelat på 3 tankar rymmer 25 m^3. Enligt konsekvensberäkningarna nedan medför en 150 m^2 pölbrand att en person på ca 30 m avstånd kan utsättas för en strålningsnivå på ungefär 15 kW/m^2 som anses kritiskt. Då avståndet till planområdet överstiger 30 m samt att diesel är relativt svårantänt i jämförelse med bensin bedöms verksamheten ej medföra ett mer än försumbart risktillskott.

Arema Mekano AB (Plåtslagning inomhus/bilverkstad utan lackering)
Arema Mekano är ett industriellt tillverkningsföretag inom skärande bearbetning. Bearbetning sker i olika material som rostfritt, stål, aluminium och plast. Aktuell industri bedöms enligt tidigare underlag kräva ett säkerhetsavstånd om ungefär 50 m. Det korta avståndet anses baseras på mindre olyckor vilket med hänsyn till järnväg och bullerplank emellan ej bedöms utgöra ett mer än försumbart risktillskott.

Hydraulik och Sopservice i Malmö AB (Bilverkstad utan lackering)
Hydraulik och sopservice i Malmö arbetar med att reparera hydrauliska system i framförallt tunga fordon så som kranbilar och lastväxlare. De både reparerar, bygger om och utför påbyggnader. Den största risken från aktuell verksamhet bedöms vara aktuella fordon samt olja i större mängder. I dagsläget skyddas planområdet med en mindre vegetation samt järnvägen, senare ska det dessutom kompletteras med bullerskydd vilket medför att verksamheten endast bedöms ge ett försumbart risktillskott. Skyddsavståndet enligt tidigare sammanställning är även endast 50 m.

Industriförsilvring i Skåne AB (Kemisk elektrolytytbehandling)
Industriförsilvring i Skåne utför försilvring av diverse detaljer, både stora och små. Aktuell lokal ligger drygt 180 m från aktuellt planområde vilket understiger det tidigare uppskattade skyddsavståndet om 200 m. Det riskerar att det sprids giftiga gaser från aktuell industri till planområdet vid en olycka. Framförallt finns det en risk vid en brand i industrin då silvercyanid används i

anläggningen. Silvercyanid som ämne är fast, men vid upphettning/brand samt vid kontakt med syror och syraångor bildas cyanväte vilket är ett kraftigt giftigt ämne. RIB [18] anger ett initialt riskområde om 50 m som vid brand som vid exempelvis brand ökas till 300 m. Spridning av gaser kan påverka långa avstånd vid gynnsamma förutsättningar. I aktuellt projekt har inga riskuppskattningar avseende frekvens utförts, frekvenser för bränder i allmänhet bedöms dock vara högre än motsvarande olycka för farligt gods vilket medför att det anses nödvändigt att ta hänsyn till aktuell verksamhet för planförslaget. Hur detta effektivast kan utföras beskrivs i kapitlet avseende riskreducerande åtgärder.

Fosieplast AB (Polyesterindustri)
Verksamhet med tillverkning av produkter i glasfiberarmerad polyester. Tillverkningen sker med vakuuminjektering och handpåläggning. Företaget bedriver tillståndspliktig verksamhet där ämnen som styren och aceton släpps ut. Vid olyckor kan dessa medföra både explosioner och spridning av giftiga gaser. Det rekommenderade skyddsavståndet till aktuell anläggning är 500 m men i nuläget är avståndet till planområdet knappt 100 m. Aktuella ämnen styren och aceton riskerar att utsätta planområdet för både explosioner och giftiga gaser. Mellan Fosieplast och planområdet finns det en viss nivåskillnad samt vegetation. Detta medför att explosioner till viss del kan begränsas med hänsyn till nivåskillnader och giftiga utsläpp kan reduceras med hänsyn till blockerande vegetation.

Ämnet aceton är ett brandfarligt ämne som har ett initialt riskavstånd om 50 m enligt RIB [19]. Det krävs relativt höga koncentrationer för att aceton ska medför allvarliga konsekvenser för personer. Styren är ett brandfarligt ämne som spontant kan leda till en allvarlig reaktion. Rekommenderat riskavstånd initialt är enligt RIB [20] är 100 m.

Amerikanska Motorimporten (Bilverkstad utan lackering)
Företaget renoverar samt köper och säljer amerikanska bilar. Rekommenderat skyddsavstånd enligt tidigare sammanställning är 50 m. Detta bedöms rimligt då det framförallt är direkt påverkan via en brand som bedöms vara en möjlig olycka. Verksamheten bedöms dock ej utgöra en större påverkande risk för bostäder/kontor i anslutning till byggnaderna. Via att beakta utformning av fasad mot aktuell fasad samt ventilation mot verkstaden bedöms verksamheten ej påverka riskbilden i planområdet.

Preem AB (Obemmanad bensinstation)
I planområdet ligger det en befintlig bensinstation. Förutom den trafik som sker till stationen för att fylla på med bensin, diesel med mera utgör bensinstationen i sig en risk. Det rekommenderade avståndet enligt tidigare utredning är 100 m vilket tydligt understigs i samtliga riktningar baserat på dess placering. Utav dessa 100 m beaktar 50 m en olycksrisk där det vid

påfyllning med tankbil uppstår ett utsläpp som antänds, resten utgör skyddsavstånd avseende bland annat buller, lukt samt ljud [21]. I dagsläget understigs dessa 50 m endast till grönområden samt delar av parkeringen till Burlövs Center. Vid utbyggnader närmare bensinstationen bör hänsyn tas till denna verksamhet.

2.4.3 Luftledningar

Inom planområdet ligger ett ställverk som även kommer att vara kvar efter exploateringen. Placeringen i området kan ses i figur 8 där gult område avser befintligt ställverk. Från ställverket matas ström via först markledning, ungefär fram till badhus i figur 8 och sedan via luftledning vidare bort längs med järnvägen för att sedan fortsätta runt området, se gul markering i figur. Det är i nuläget ej klarlagt huruvida dessa ledningar ska förläggas i mark eller fortsatt vara luftledningar.

Figur 8. Gult område avser befintligt ställverk, gult streck avser befintlig luftledning.

Ledningar med en hög spänning innebär att personer i närheten av denna kan utsättas för både spänningen som sådan men även för det magnetfält som alltid skapas kring elledningar.

Det förs nu diskussioner mellan Burlövs kommun och EON avseende dessa luftledningar. Genom att följa de föreskrifter, lagar och riktlinjer som finns avseende spänning och magnetfält bedöms det ej medföra en risk heller vid stadigvarande boende.

2.4.4 Övriga risker

Enligt information från Eon [25] finns det i området byggnader, bland annat befintligt badhus och växthus, som värms upp med gas. Eon meddelade då att gasledningarna till dessa även går genom området, exakt hur de är förlagda saknas det dock kunskap om. Det förutsätts att dessa är utförda och förlagda enligt Energigasnormen, EGN 2014. Vid byggnation i området ska hänsyn tas till gasledningarna.

3 Riskinventering och grovanalys farligt gods

3.1 Identifiering av risker för aktuellt område

För att avgöra vilka riskscenarier som bör studeras i detalj vägs informationen om de olika farligt gods-klassernas egenskaper i avsnitt 3.1 ihop med flödesstatistiken i avsnitt 3.2. Nedan gås resonemanget igenom om beslut för vidare analys klass för klass samt för övriga identifierade risker.

3.1.1 Explosiva ämnen (Klass 1)

Enligt statistikuppgifterna som diskuteras tidigare förekommer det RID-klass 1 för samtliga transportleder enligt RIKTSAM. Däremot finns det i kartläggningen av godstransporter av räddningsverket [4] ett antal transportleder där explosiva ämnen ej bedöms ingå. Kartläggningen utfördes dock för över 10 år sedan samt avsåg endast en månad varför RIKTSAM utnyttjas avseende explosiva ämnen.

Inom kategorin explosiva ämnen/varor är det primärt underklass 1.1 som utgörs av massexplosiva ämnen som har ett skadeområde på människor större än ett 10-tal meter. Exempel på sådana varor är sprängämnen, krut mm. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion härrör dels till direkta tryckskador men även värmestrålning samt indirekta skador som följd av sammanstörtade byggnader är troliga. Skadorna vid påverkan på varor av klass 1.2 till 1.6 ger inte samma effekt utan rör sig mer om splitter eller dyl. som flyger iväg från olycksplatsen. Fasader utgör då visst skydd jämfört med en parkering i markplan.

Ämnen i klass 1.1 delas i sin tur in i ytterligare underklasser, klass 1.1A och 1.1B, där klass 1.1A utgör de mest reaktiva ämnena, själva tändämnena. Klass 1.1A får endast transporteras i mängder om 6,25 kg till 18,75 kg, beroende på klassning av förpackning och fordon, varpå skadeområdet begränsas. Övriga ämnen inom underklass 1.1 får transporteras upp till 16 000 kg, förutsatt att fordonet håller högsta fordonsklass (EX/III) enligt regler för transport av farligt gods på väg [26]. Fordon av denna klass har en lång rad barriärer som motverkar olyckor med fordonet, brand i fordon och spridning av brand till last varför sannolikheten för detonation minskar ytterligare.

Eftersom mängden transporter i klass 1 sammantaget är så liten samt att regelverket för transporter är strängt blir olycksfrekvensen väldigt låg. Olyckstypen inkluderas dock med hänsyn till konservativa antaganden.

3.1.2 Gaser (Klass 2)

Enligt statistikuppgifterna som diskuteras tidigare förekommer det transporter av brandfarliga och giftiga gaser på både Södra Stambanan och vägar. På Södra Stambanan transporteras stora mängder giftiga gaser baserat på befintligt underlag.

Kondenserad brandfarlig gas (Klass 2.1)

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på kondenserad brandfarlig gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

Jetbrand:
En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken [9].

Gasmolnsbrand:
Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en *gasmolnsbrand* med diffusionsförbränning [9].

Gasmolnsexplosion:
Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnsexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. En gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, dvs där flamfronten går betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än detonation. En gasmolnsexplosion kan både medföra skador av värmestrålning och skador av tryckvågen [9].

BLEVE:
BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändningen bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska. En sådan kan vara en jetbrand i en intilliggande järnvägsvagn.

Det bedöms som motiverat att ytterligare analysera dessa olyckstyper. BLEVE inkluderas dock ej för transport på väg med hänsyn till att det ej bedöms finnas tillräckligt med energi i eventuella antändningskällor.

Kondenserad giftig gas (klass 2.3)

Läckage av kondenserad giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas driver mot planområdet och kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Det bedöms därför motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp. De tre mest frekvent transporterade gaserna är ammoniak, klorgas och svaveldioxid.

Ammoniak:
Generellt är ammoniak tyngre än luft varför spridning av gasen sker längs marken. Giftig kondenserad gas kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Ammoniak har ett AEGL-3-värde (Acute Exposure Guideline Levels) 30 min på 1600 ppm [27]. Detta värde motsvarar att det finns risk att någon i befolkningen kan få livshotade skador eller dö.

Svaveldioxid
Även svaveldioxid är en giftig tung gas som vid ett utsläpp kan ha ett riskområde om flera hundra meter. Gasen har ett AEGL-3 (30 min) på 30 ppm [28].

Klor
Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Den kan sprida sig långt likt gaserna ovan och har ett AEGL-3 (30 min) på 28 ppm [29].

Det anses motiverat att vidare studera scenarier inom klass 2.3. Enligt de värden som erhålls i form av AEGL-värden framgår det tydligt att personer generellt tål ammoniak i högre doser än klor och svaveldioxid som har liknande nivåer innan det blir farligt för människor. Därmed kommer ammoniak och klor vara de som undersöks inom projektet och utgör två vanliga giftiga gaser. Detta medför att dessa två bedöms vara representativa för samtliga giftiga gaser.

3.1.3 Brandfarlig vätska (Klass 3)

Brandfarlig vätska transporteras i stora mängder på Södra Stambanan och på respektive transportled. Framförallt på väg är stor andel av den transporterade mängden farligt gods brandfarlig vätska.

En möjlig olycka med brandfarlig vätska är ett spill som bildar en pöl som senare antänds. Sannolikheten för en brand i diesel bedöms vara avsevärt lägre än för bensin som är mer lättantändligt.

En större pölbrand som antänds direkt kan ha ett konsekvensområde på ca 40 m [2]. Med hänsyn till att det specifik ska utredas vad för åtgärder som krävs vid byggnation av verksamheter på korta avstånd inkluderas beräkningar av denna klass.

3.1.4 Brandfarligt fast ämne (klass 4)

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen (ferrokisel, vit fosfor m.fl.) ska leda till brandrisk krävs att det t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Risken utgörs av strålningspåverkan i samband med antändning av brandfarlig gas. Eftersom en sådan brand begränsas till olycksplatsen och strålningsnivåerna endast är farliga för människor i närheten av branden, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera risken i samband med olyckor med dessa typer av farligt gods.

3.1.5 Oxiderande ämne (klass 5)

Oxiderande ämnen transporteras på Södra Stambanan och vägar. På Kronetorpsvägen transporteras endast små mängder oxiderande ämnen.

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen orsaka en häftig brand. Vid kontakt med vissa metaller kan det sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand.

Teoretiskt kan vissa explosionsfarliga blandningar uppstå under vissa omständigheter. Sannolikheten för att ett scenario med risk för personskada uppkommer även om en olycka med klass 5 sker är dock mycket låg på grund av en kombination av läckage av olika typer av farliga ämnen behöver ske, se tabell 1. Teoretiskt kan en olycka med klass 5 orsaka de två principiella olyckorna brand och explosion, varför dessa studeras vidare.

3.1.6 Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6)

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på dessa ämnen. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs att man kommer i fysisk kontakt med dem eller förtäring. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.1.7 Radioaktiva ämnen (klass 7)

Radioaktiva ämnen bedöms ej förekomma på Kronetorpsvägen trots att det förekommer 0,1 % av transporterna generellt på väg. Detta då det ej ligger verksamheter som bedöms använda dessa inom dess utsträckning.

Mängden radioaktiva ämnen som transporteras per väg bedöms även för resterande transportleder vara mycket liten. Därtill är transportförutsättningarna sådana att det kan antas vara osannolikt att en olycka leder till spridning av godset. Dessutom sker transporter med små mängder per transport samt väl förpackat. Därför bedöms bidraget till risken vara försumbar och det är inte motiverat att ytterligare analysera risk för dessa transporter.

3.1.8 Frätande ämnen (klass 8)

Olyckan med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra, NaCl m.fl.) ger endast påverkan lokalt vid olycksplatsen då skador endast uppkommer om personer får ämnet på huden. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.1.9 Övriga farliga ämnen (Klass 9)

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material eller airbags. Konsekvenserna bedöms inte bli sådana att personer inom planområdet påverkas, eftersom en spridning inte förväntas. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.2 Sammanfattning av scenarion för vidare analys

Riskidentifieringen visar att följande olycksrisker behöver studeras vidare i en fördjupad analys avseende transport av farligt gods på väg:

- Explosiva ämnen (klass 1) (Explosion)
- Brandfarlig gas (klass 2.1) (Explosion/gasmolnsbrand och Jetflamma)
- Giftig gas (klass 2.3) (Giftigt gasmoln)
- Brandfarlig vätska (klass 3) (Pölbrand)
- Oxiderande ämnen (klass 5) (Brand och explosion)

Riskidentifieringen visar att följande olycksrisker behöver studeras vidare i en fördjupad analys avseende Södra Stambanan:

- Explosiva ämnen (klass 1) (Explosion)
- Brandfarlig gas (klass 2.1) (Explosion/gasmolnsbrand, Jetflamma och BLEVE)
- Giftig gas (klass 2.3) (Giftigt gasmoln)

- Brandfarlig vätska (klass 3) (Pölbrand)
- Oxiderande ämnen (klass 5) (Brand och explosion)

I bilaga A, B och C redogörs för sannolikhets- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion.

4 Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens

Inom samhällsplaneringen är det främst två metoder som används för sammanvägning av sannolikhet (i form av relativ frekvens) och konsekvens. Beskrivning av dessa följer nedan.

4.1 Individrisk

Individrisken visar risken för en individ på olika avstånd från riskkällan. Detta görs genom att sannolikheten beräknas för att en hypotetisk person som står ett år på ett visst avstånd från riskkällan avlider. Ingen hänsyn tas till mängden personer som förväntas befinna sig på dessa avstånd.

Individrisken (IR) i punkten x, y beräknas enligt:

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^{n} IR_{x,y,i} \ (a)$$
$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot p_{f,i} \ (b) \qquad formel\ 1\ a, b$$

Där f_i är den frekvensen (per år) för scenario i och $p_{f,i}$ är sannolikheten att individen i studerad punkt avlider av scenario i. $p_{f,i}$ antas, till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför det beräknade konsekvensområdet. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika platser inom ett område kan individriskkonturer ritas upp. För de fall som flera transportleder korsar varandra krävs det att individriskkurvorna adderas för att uppskatta risknivån.

4.2 Samhällsrisk

Samhällsrisken beräknas för att studera riskens inverkan på samhället. Den tar hänsyn till hur många människor som kan drabbas av ett visst utfall. Samhällsrisken beräknas enligt formel 2 nedan.

$$N = \sum_{x,y} P_{x,y} \cdot p_{f,i} \qquad formel\ 2$$

N_i står för antalet människor som avlider på grund av det studerade scenariot i. $P_{x,y}$ är antalet personer i punkten x, y och $p_{f,i}$ definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisken redovisas normalt i F/N-kurvor. Där antalet dödsfall (N) plottas mot frekvensen (per år) för de scenarior där N eller fler människor avlider. Detta benämns F_N och beräknas enligt nedan.

$$F_N = \sum_i f_i \; för\ alla\ sluthändelser\ i\ för\ vilka\ N_i \geq N \qquad formel\ 3$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelse i och N_i är antalet beräknade dödsfall för scenario i. En övergripande analys avseende samhällsrisken i området utförs i ett senare skede. Vid denna analys kommer begränsningar i antalet personer som bör inrymmas inom området att tydliggöras.

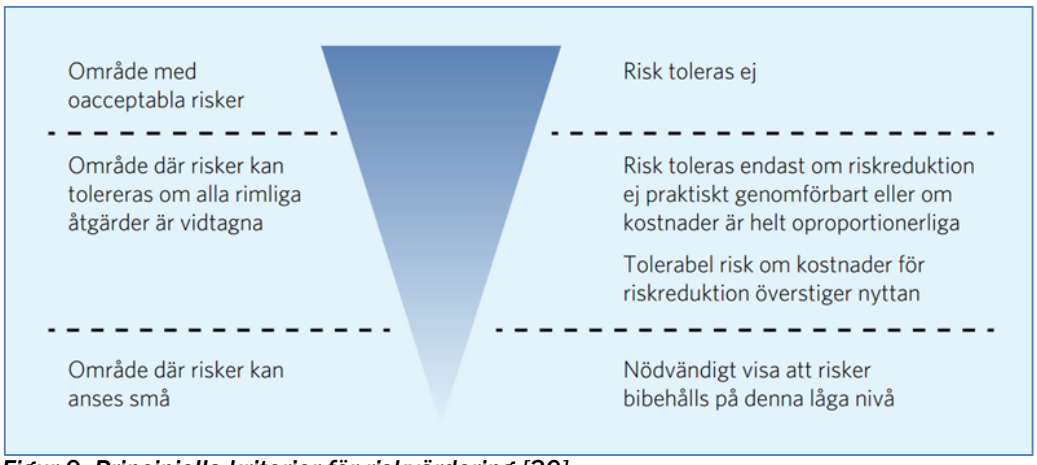
4.3 Beräkning av sannolikhet och konsekvens

Beräkningarna för de parametrar som behövs till individrisk- och samhällsriskberäkning enligt ovan utförs i Bilaga A - Frekvensberäkningar, i Bilaga B - Väderdata och i Bilaga C - Konsekvensberäkningar. Resultatet presenteras i avsnitt 5.2.

5 Riskvärdering

5.1 Räddningsverkets kriterier för tolerabel risk

Det finns i Sverige inget nationellt beslut över vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom samhällsbyggnadsprocessen. Det Norske Veritas har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram förslag på riskkriterier gällande individ- och samhällsrisk som kan användas vid riskvärdering [30]. Riskkriterierna berör liv och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan vara acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se figur 9 nedan.



Figur 9. Principiella kriterier för riskvärdering [30] .

Följande förslag till tolkning rekommenderas [30].

- De risker som hamnar inom område med oacceptabla risker värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. For dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- Området i mitten kallas ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). De risker som hamnar inom detta område värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen for oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som hamnar inom område där risker kan anses små värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder som med

hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra ska genomföras.

För individrisk föreslår Räddningsverket [30] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: 10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslår Räddningsverket [11] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:
  $F=10^{-4}$ per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:
  $F=10^{-6}$ per år för N=1 med lutning på FN-kurva: -1

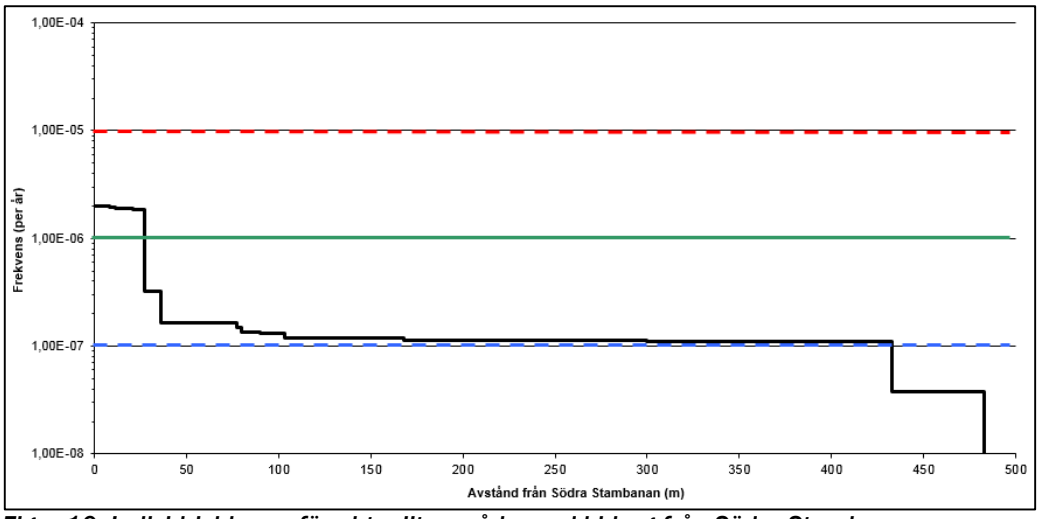
Samhällsriskens frekvenskriterier är definierade som antal olyckor per kilometer och år som påverkar båda sidor av en linjekälla som exempelvis en farligt gods led. Studeras en kortare eller längre sträcka och/eller endast ledens bidrag till samhällsrisken på ena sidan skall alltså frekvenskriterierna skalas om. Detta har gjorts i beräkningarna avseende samhällsrisk. Eftersom endast ena sidan av transportlederna beaktas halveras samhällsriskens frekvenskriterier.
Den bedömda sträckan är 1000 m. Detta innebär att för N=1 död är frekvenskriteriet $5{,}0*10^{-5}$ för den övre gränsen i ALARP-området respektive $5{,}0*10^{-7}$ för den undre gränsen efter omskalning. Lutningen på FN-kurvan är -1.

5.2 Områdets risk – beräkningsresultat och riskvärdering

5.2.1 Resultat individrisk

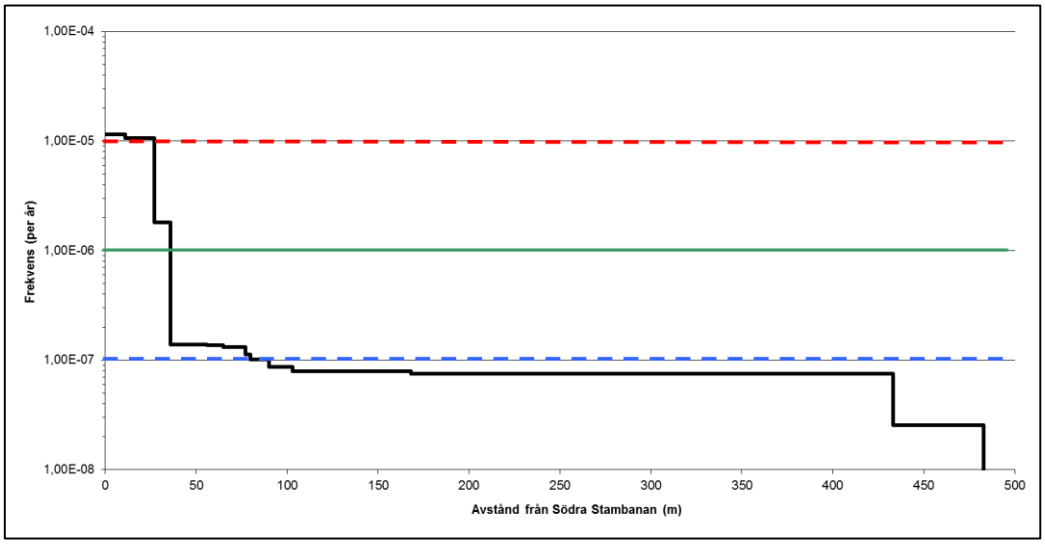
Den övergripande individrisken presenteras i figur 15. Vid framtagandet av denna krävs det att hänsyn tas till hur transportlederna är placerade i förhållande till varandra. Hur detta görs presenteras nedan.

Resultatet för individriskberäkningarna för enbart Södra Stambanan visas i form av individriskkurva i figur 10 nedan.



Figur 10. Individriskkurva för aktuellt område med bidrag från Södra Stambanan. Observera att det endast är risken för planområdet som har analyserats i detalj inom ramen för riskutredningen. Nära noll meter ifrån spåret finns andra olyckstyper som i praktiken höjer individrisken.

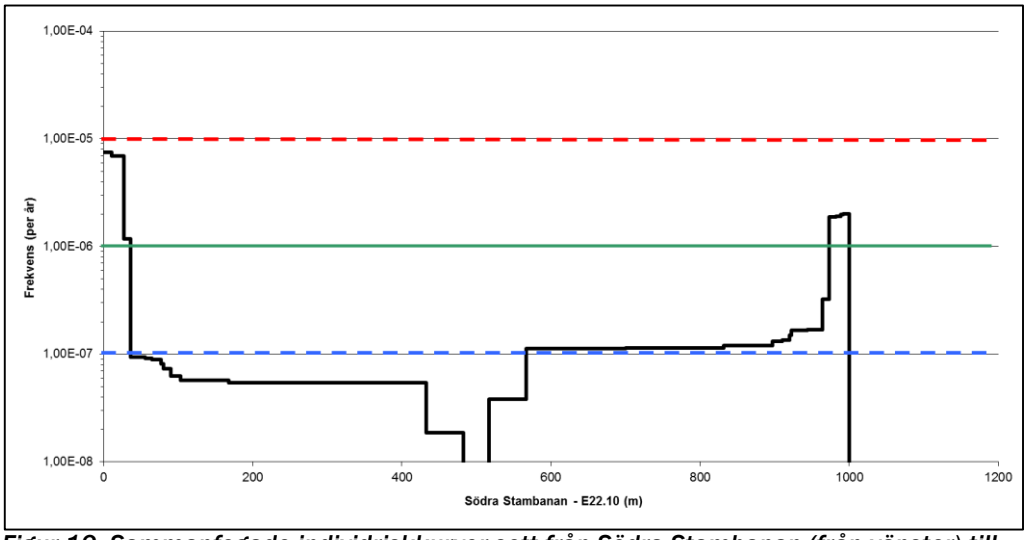
Resultatet för individriskberäkningarna för enbart E6/E20 visas i form av en individriskkurva i figur 11 nedan. Individriskkurvorna för övriga vägar inom och runt området ser ut på ett liknande sätt men med olika stora grundfrekvenser för olycka.



Figur 11. Individriskkurva för aktuellt område med bidrag från E6/E20. Observera att det endast är risken för planområdet som har analyserats i detalj in ramen för riskutredningen. Nära noll meter ifrån vägkanten finns andra olyckstyper som i praktiken höjer individrisken.

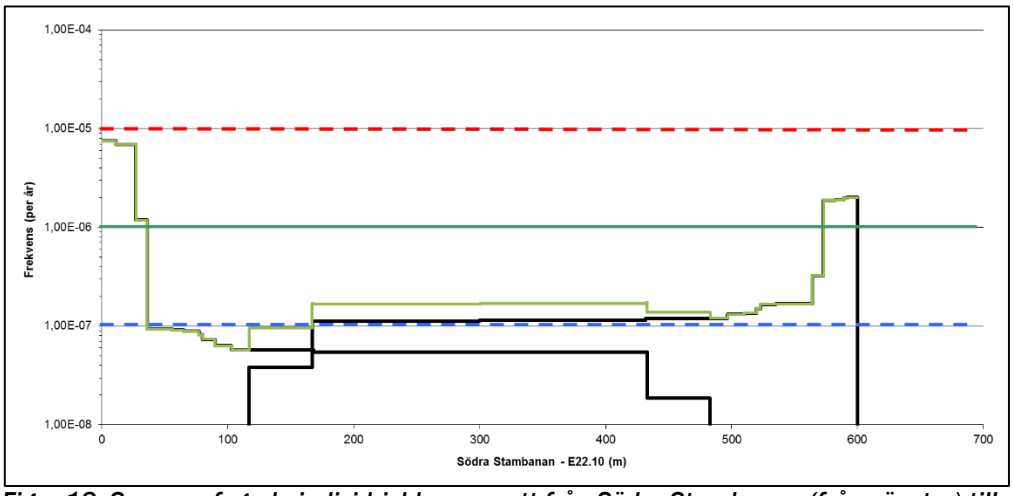
Flera av de farligt godsleder som finns i området har konsekvensområden som mer eller mindre överlappar varandra. På långa avstånd innebär detta dock ej någon större riskökning då man hamnar utanför konsekvensområdet för flera olyckstyper. Däremot kan det innebära att extra riskhänsyn behöver tas i närheten av där farligt godsleder korsar varandra. För aktuellt område blir risknivåerna komplexa just med hänsyn till att hela området omges av olika farligt godsleder vilket gör att det finns anledning att särskilt undersöka detta.

På var sin sida av området går Södra Stambanan och E22.10. Områdets bredd är som högst ungefär 1 km och om transportledernas individriskkurvor adderas innebär det följande utseende, se figur 12, där det kan konstateras att det ej finns olyckor som sker på respektive transportled som påverkar samma område.



Figur 12. Sammanfogade individriskkurvor sett från Södra Stambanan (från vänster) till E22.10 (från höger).

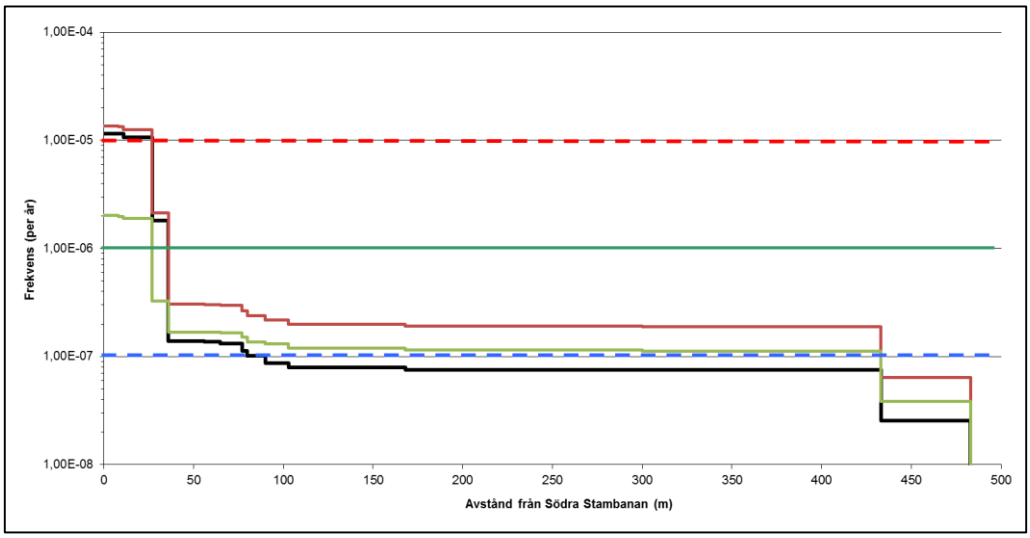
Om istället avståndet mellan transportlederna är kortare, exempelvis 0,6 km, erhålls istället en individrisk enligt figur 13. Där kan det konstateras att individrisken för transportlederna behöver adderas för att redovisa den faktiska risken för centrum av området, se skillnad mellan svart kurva och grön kurva där de svarta kurvorna avser individrisken för Södra Stambanan och E22.10 och den gröna kurvan är summan av riskerna från vänster till höger. Där olyckor på respektive transportled påverkar samma område erhålls alltså en högre risknivå.



Figur 13. Sammanfogade individriskkurvor sett från Södra Stambanan (från vänster) till E22.10 (från höger). Grön kurva avser summan av de två grundfrekvenskurvorna i svart.

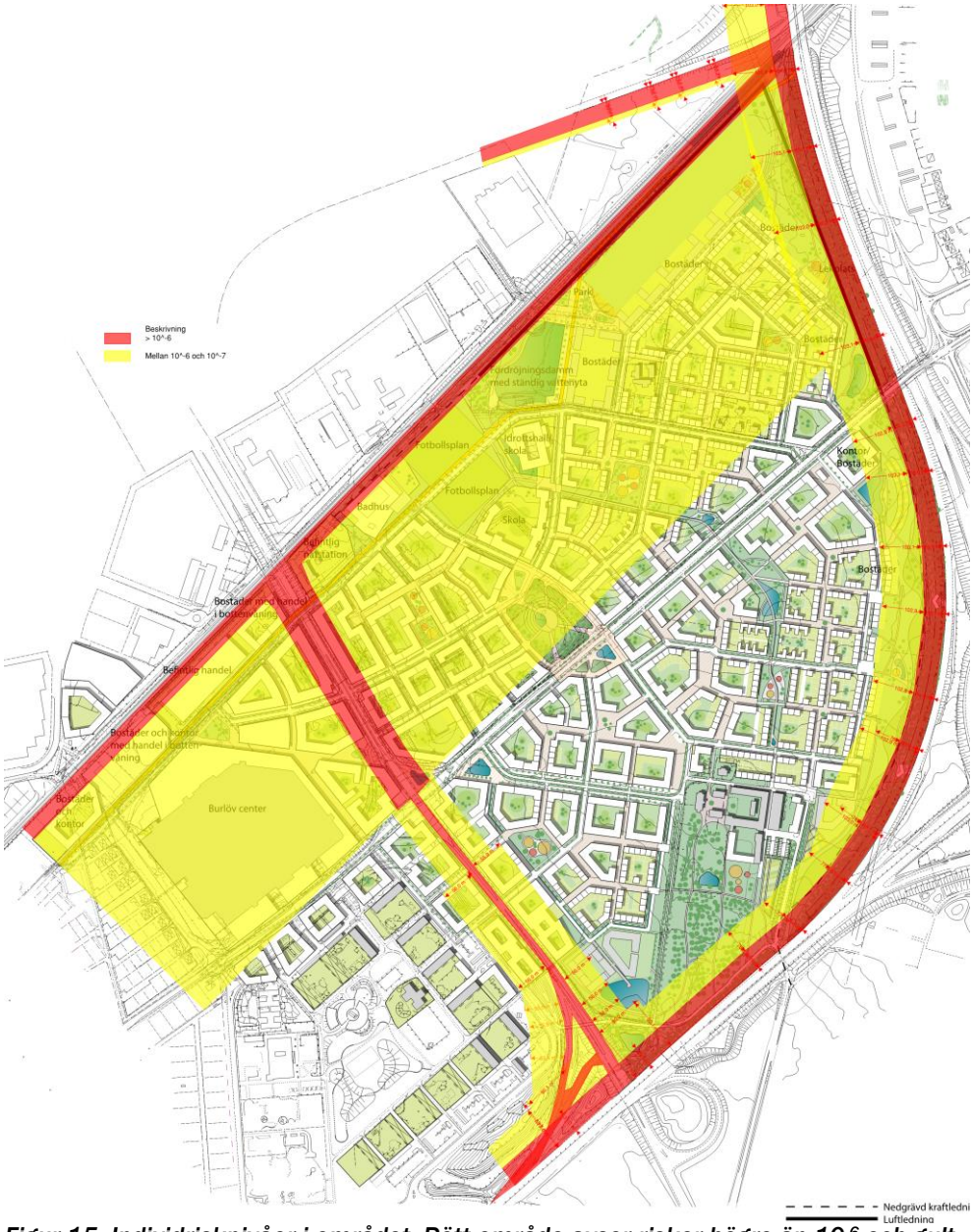
Det kan konstateras att det på långa avstånd endast är olyckor med långa konsekvensavstånd som medför en högre individrisk, i detta fall giftiga gaser. Motsvarande riskökningar gäller vid "korsningar" enligt figur 14 där det konstateras att individrisken ökar då flera transportleder ligger nära varandra.

Grön kurva avser individrisken som en funktion av avståndet 45 grader från respektive led (dvs. att avståndet 50 m i figuren avser avståndet 50 m från båda lederna). Röd kurva avser summan av den gröna (Södra Stambanan) och svart kurva (E6/E20).



Figur 14. Avser addering av två individriskkurvor (röd kurva). Svart kurva avser E6/E20 och Grön kurva avser Södra Stambanan.

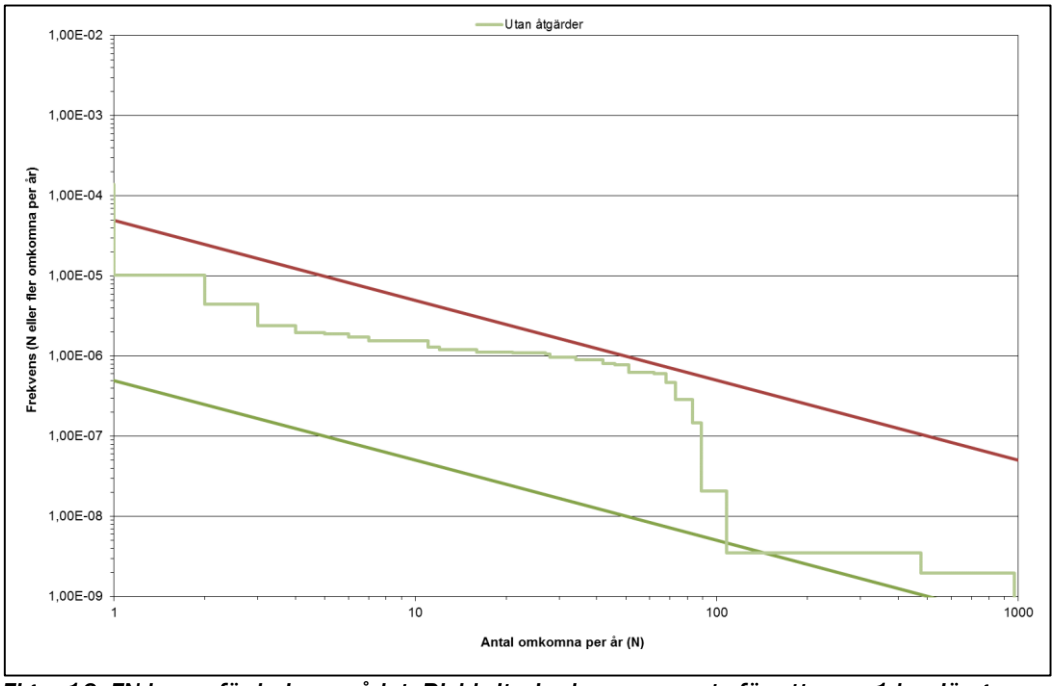
Genom att summera individriskerna från respektive transportled erhålls en risknivå i området enligt figur 15 där rött område avser en individrisk över 10^{-6} och gult område avser en individrisk mellan 10^{-6} och 10^{-7}. Figuren avser endast risker kopplade till transport med farligt gods och utgör individrisk utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.



Figur 15. Individrisknivåer i området. Rött område avser risker högre än 10^{-6} och gult område avser risker mellan 10^{-6} och 10^{-7}.

5.2.2 Resultat samhällsrisk

Området avser en stor yta och inkluderar flera farligt godsleder samt olika verksamheter. Genom att addera samhällsrisken för respektive transportled längs och igenom området erhålls en sammanvägd samhällsrisk, se figur 16. Grön och röd linje avser tillämpade riskacceptanskriterier från Räddningsverket [29] kompletterade enligt avsnitt 5.1. Grön FN-kurva avser samhällsrisken för aktuellt område.



Figur 16. FN-kurva för hela området. Riskkriterier har anpassats för att avse 1 km längs respektive transportled.

Inom området ligger även en tågstation vilken tidvis förväntas besökas av många personer som kommer att befinna sig i den absoluta närheten av järnvägen vilket medför en förväntad hög samhällsrisk. Detta är fallet på motsvarande tågstationer där både persontåg och godståg trafikerar samma spår. För att reducera denna risk krävs det att dessa transportslag avskiljs och tar olika vägar. En tågstation med både person- och godstransport kan utformas på olika sätt för att trots allt minimera dessa risker. Denna typ av frågor bör utredas i samband med att transportleden utökas. Detta beror dock av hur stationsområdet och perronger kommer att utformas vid byggnationen. Risker i samband med tågtrafiken behöver då utredas som en del av utbyggnaden. I detta projekt utreds endast efterfrågat planförslag och dess påverkan på risknivån i området.

Inom området ligger även Burlöv Center som under öppettider förväntas besökas av ett stort antal personer. Burlöv Center är placerat 150 m till 350 m från Södra Stambanan. Detta innebär att en hög andel av de olyckor som kan inträffa ej förväntas påverka personer inom verksamheten.

Det är endast större utsläpp av giftig gas och BLEVE vilka förväntas påverka personer inom byggnaden. Personer inom Burlöv Center förväntas vara vakna och därmed kunna ta sig åtminstone till de bortre delarna inom centret från Södra Stambanan innan dessa större olyckor påverkar byggnaden. Då en BLEVE oftast dröjer relativt lång tid efter att en olycka inträffat förväntas endast ett fåtal personer påverkas. Detta förutsätter att dessa genom exempelvis

byggnadens kommunikationssystem får information om att olyckan inträffat samt att personalen erhåller information i ett så tidigt skede som möjligt. Motsvarande gäller utsläpp av giftig gas där personer inomhus dessutom förutsatt att byggnaden är tät erhåller ett bra skydd. Det finns ingen information avseende hur ventilationsintag och övriga relevanta delar av ventilationssystemet är utformat.

5.2.3 Resultatdiskussion utifrån riskkriterier

Området har generellt en hög individrisk och samhällsrisk. Detta beror av att det finns ett flertal transportleder med farligt gods med hög trafikintensitet samt höga flöden av farligt gods.

Inom ramen för Räddningsverkets föreslagna riskacceptanskriterier ligger risknivån inom ALARP-området för delar av området med avseende på individrisk för samtliga transportleder vilket innebär att riskreducerande åtgärder bör vidtas. För E6/E20 ligger individrisken ovan det övre kriteriet enligt Räddningsverkets föreslagna acceptanskriterier vilket medför att åtgärder ska utföras om byggnation ska utföras inom ca 30 m.

Längs med Södra Stambanan planeras personintensiva verksamheter med ett badhus, kontor och fotbollsplaner. Samtidigt finns mindre personintensiva områden med främst bostäder i stora delar av det övriga området. Området ligger inom ALARP för mellan i princip hela konsekvensutfallet förutom strax över 100 omkomna.

För avstånd under 40 m från respektive farligt godsled är det främst olyckor med brandfarliga vätskor som bidrar till en hög individrisknivå för planområdet. Detta beror framförallt på att en stor andel av transporterat farligt gods på vägar är just brandfarliga vätskor. På mindre vägar så som Kronetorpsvägen är det ej säkert att fördelningen av farligt gods överensstämmer med de generella värdena. Med hänsyn till att bland annat en bensinstation finns inom området är det dock rimligt att en stor andel av det transporterade godset utgörs av brandfarlig vätska. Känslighetsanalys från tidigare projekt påvisar att det ej medför någon större riskökning vid ökning av andra farligt godsklasser. Även på järnväg medför brandfarlig vätska hög individrisk på korta sträckor trots att en mindre andel brandfarliga vätskor transporteras.

På långa avstånd är det främst olyckor förknippade med giftiga gaser (klor) som driver upp risknivåerna. Med hänsyn till den höga trafikintensiteten och stora konsekvensavstånden erhålls högre frekvenser för dessa olyckstyper som annars är väldigt ovanliga och har en låg risknivå.

De olyckor som driver upp risken avseende samhällsrisk är inte lika tydligt vad gäller avstånd men generellt är det olyckor med giftig gas samt pölbränder som driver upp samhällsrisken i området.

Tyréns [15] har genom intervju med Green Cargo fått information om att de transporterande mängderna klor på järnväg har minskat ner till endast 10 % av tidigare nivåer samtidigt som även mängderna ammoniak minskat. Istället påtalas det att svaveldioxid transporteras i en större utsträckning. Känslighetsanalysen från tidigare rapport för delområde B och C visar att det skulle medföra en stor skillnad om mängden giftig gas minskar. Svaveldioxid har dock ett AEGL-3 värde som är nästan lika lågt (lika farligt) som klor varför dessa två kan anses likvärdigt farliga och medföra motsvarande konsekvensavstånd. Det som skulle påverka risken i området är istället om mängden giftig gas skulle minskas vilket ej framgår av aktuell källa.

Förutom giftiga gaser och brandfarlig vätska kan även olyckor med brandfarliga gaser samt explosiva ämnen inträffa som påverkar området. Explosiva ämnen transporteras enligt underlag i små mängder i förhållande till andra olyckstyper vilket medför att frekvensen blir väldigt låg. Explosioner är en olyckstyp där personer generellt är mer utsatta om de befinner sig inomhus. Detta beror av att byggnader generellt klarar av tryck betydligt sämre än människor. I närheten av farligt godslederna på väg finns det generellt ett något högre skyddsavstånd vilket minskar konsekvenserna. På järnväg transporteras det betydligt mindre mängd explosiva ämnen än på väg varför frekvensen där bedöms vara ännu lägre [2]. Detta är också enligt samma rapport huvudanledningen till att ett kortare skyddsavstånd accepteras på järnväg.

Avseende brandfarlig gas utsätter jetflammor byggnader för likartad påverkan som en pölbrand. Övriga konsekvenser som BLEVE och gasmolnsexplosioner inträffar med väldigt låg frekvens men kan ge stora olyckor.

Förutom de riskavstånd som följer av aktuell utredning har Länsstyrelsen i bland annat Skåne [2] gett ut riktlinjer vilket beskrivs i avsnitt 1.4. Genom den skriften har de gett riktlinjer för hur markanvändningen bör planeras. Genom att vidta åtgärder kring olika olyckstyper i närheten av farligt godslederna kan dessa avstånd påverkas och i många fall förkortas. Transport på väg medför generellt, och även baserat på beräkningar i aktuell rapport, högre risknivåer i anslutning till vägbanorna. Detta gäller dock ej Kronotorpsvägen med hänsyn till den lägre trafikintensiteten.

Längs med Södra Stambanan planeras en tätare bebyggelse nära leden. Detta har i tidigare riskutredning utvärderats och förslag till åtgärder har då

presenterats för att hantera den ökade risknivån som det innebär att bygga tät bebyggelse i närheten av en farligt godsled.

6 Osäkerhet

6.1 Allmänt om osäkerhet

En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter i alla led. I allt från indata till den tidiga riskidentifieringen och till konsekvens- och frekvensberäkningar. Även själva beräkningsmodellerna, och deras avgränsningar, har också de i sig stora osäkerheter.

Man brukar skilja på två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Kunskapsosäkerheten handlar om att inte tillräcklig information finns tillgänglig. Denna kan i teorin elimineras med ytterligare mätningar/information. Exempel på detta är flödesdata. Stokastisk variation går dock inte att eliminera utan handlar om naturlig variabilitet, exempel på detta är exempelvis vindhastigheter och riktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter, men framförallt kunskapsosäkerhet.

Man kan i teorin hålla isär de olika typerna av osäkerhet och hantera osäkerheten explicit på ett sätt som gör att osäkerheten i slutresultatet kan redovisas, samt vilka parametrar som påverkar slutresultatet mest. Detta är dock mycket arbetskrävande både rent metodmässigt, men också för att ännu mer information då krävs om hur stora osäkerheterna för indata och modellparametrar är. Information är i många fall väldigt svår att få tag i och därför kan det vara bättre ur ett kostnad-nytta perspektiv att hantera osäkerheten genom att genomgående ansätta konservativa värden. Detta ger ett kostnadseffektivt sätt att hantera osäkerheten i en utredningssituation, men har nackdelen att resultatet kan bli mycket konservativt, vilket istället kan göra de riskreducerande åtgärderna onödigt omfattande och dyra. Varje vald konservativ parameter fortplantas och gör resultatet än mer konservativt.

6.2 Diskussion avseende osäkerheter/Känslighetsanalys

Genom att konservativa antaganden genomförs kan en riskutredning anses utgöra underlag där hänsyn har tagits till att olyckor kan få värre konsekvenser och ske oftare än vad fallet är i verkligheten. I analyser där frekvenserna är låga och konsekvenserna ibland stora kan viss indata ha stor inverkan på den slutliga bedömningen samtidigt som viss indata inte påverkar utfallet om den inte varieras väldigt mycket.

Generellt har konservativa eller väldigt konservativa antaganden utnyttjats inom aktuell analys vilket medför att det kan ge en falsk bild om att denna typ av olyckor sker relativt ofta. Lyckligtvis är detta inte fallet men med hänsyn till den höga trafikintensiteten och de modeller som utnyttjas erhålls höga frekvenser för framförallt brandfarlig vätska och giftiga gaser. De modeller och trafikintensiteter som utnyttjats är dock de bästa för tillfälligt och utgör praxis. I samband med att åtgärder ska planeras kan det vara möjligt att delvis nyansera antaganden för att säkerställa att åtgärder inte byggs in trots att riskerna är låga. De slutsatser som kan dras utifrån individriskberäkningarna bedöms dock utgöra rimliga åtgärder i förhållande till hur områdets specifika förutsättningar är.

Trots låga frekvenser finns det dessutom ofta anledning att vidta sådana åtgärder som är ekonomiskt försvarbara med anledning av att olyckor annars kan ge stora konsekvenser. Dessutom tas det i och med åtgärder hänsyn till framtida förändringar som kan öka både frekvenser, genom bland annat fler farligt godstransporter, och konsekvenser, bland annat större mängder farligt gods per lastbil/järnvägsvagn. En åtgärd är dessutom i de flesta fall betydligt billigare och lättare att utföra i samband med nybyggnation än senare.

En konservativ parameter som har ansatts är trafikeringen av Södra Stambanan med hänsyn till den kommande utbyggnationen till fyra spår. Enligt [13] kommer antalet godståg som passerar Lund vara 66 godståg mot dagens 65 godståg per dygn år 2030. Däremot kommer antalet tåg för persontrafik att öka kraftigt från dagens nästan 400 till över 600 per dygn. Det omnämns dock att en ännu högre trafikering kan bli aktuell men kräver större investeringar. För att ej begränsa en ökning av trafikeringen ansätts 100 godståg per dygn på aktuell sträcka. En trafikering på 140 godståg per dygn kan enligt tidigare utredning bli aktuell. En sådan ökning innebär att frekvenserna för farligt godsolyckor ökar, men bidrar ej till en orimlig risknivå baserat på att rekommenderade riskreducerande åtgärder vidtas samt att andelen farligt godstransporter ej ökar i en högre takt än resterande godstransporter.

Vid beräkning av samhällsrisk antas ofta personer stanna kvar på samma ställe som de befinner sig på när olyckan inträffar. I verkligheten finns det oftast en fördröjning av händelseförloppet innan en olycka sker. Detta beror dock på huruvida personer är vakna med mera. Vid beräkningar har det generellt antagits att personer ej sätter sig i säkerhet vilket bedöms utgöra en konservativ faktor.

Delar av väg E6/E20 samt E22 ligger lägre/högre än planområdet. Exakt hur detta påverkar risknivån i området är svårt att avgöra. Detta kräver att vidare utredning avseende 3-D simulering utförs. Det har i aktuell analys valts att ej ta hänsyn till detta då det finns för stora osäkerheter. Det bedöms dock vara en

riskreducerande åtgärd om planområdet ligger ovan vägbanan. Ovanstående förutsätter att de delar som ligger högre än området är försedda med avåkningsskydd enligt de regler som finns.

7 Riskreducerande åtgärder

Det finns enligt [31] en mängd olika riskreducerande åtgärder beroende på vilka risker som finns. Det är från denna skrift som de riskreducerande åtgärderna främst utgår från tillsammans med erfarenhet från tidigare utredningar. E6.01 går utanför området och medför endast ett mindre risktillskott för området. De riskreducerande åtgärder som vidtas för Södra Stambanan och E6/E20 medför att risker även för denna väg hanteras.

Förutom skyddsavstånd som hänförs till aktuell riskutredning med farligt gods kan andra skyddsavstånd krävas. Väglagen (1971:848) ställer krav på tillståndsplikt vid byggnation närmare än 12 m från allmän väg men avståndet kan utökas, dock till maximalt 50 m. Det är Länsstyrelsen som ger tillstånd avseende avstånd mellan väg och bebyggelse. Denna lag tillämpas dock vanligen endast utanför detaljplanelagt område. Enligt Trafikverket bör dock dessa avstånd beaktas även inom detaljplaneområde [32]. För järnväg rekommenderar Trafikverket ett avstånd om minst 30 m [32]. Inom dessa 30 m accepterar de dock viss bebyggelse där personer endast vistas tillfälligt. Dessa bestämmelser hänförs ej till risker med koppling till farligt gods utan utifrån andra bestämmelser som järnvägens utvecklingsmöjligheter, underhåll av järnväg/byggnader och räddningsinsatser vid en olycka.

Vid Centralstationen ska befintlig bullerskyddsvall flyttas och återbyggas. Denna vall är enligt befintligt underlag [33] drygt 3 m vilket ger ett visst skydd mot strålningspåverkan från bränder samt begränsar den inledande delen av giftiga gasutsläpp beroende på åt vilket håll gasen strömmar ut. Bullerskärmar i området är följande enligt figur 17 där (1) innebär befintlig skärm 3,0 m hög och (4) innebär ny skärm 3,0 m hög [34]. På västra sidan av spåret 5,5 m vall samt 1 m hög skärm utmed Centralstationen (3). Utmed de norra delarna av området är det ej aktuellt med bullerskärmar i nuläget men möjlighet finns [33].

Figur 17.Visar befintliga och nya bullerskärmar i området.

Skyddsavstånd

En riskreducerande åtgärd som för de flesta olyckstyper minskar konsekvenserna är skyddsavstånd. För transportleder finns även andra typer av risker än enbart farligt gods och genom att planera ett visst skyddsavstånd i närheten av transportleder avtar även dessa risker vilka kan vara exempelvis avåkning/urspårning av fordon och buller. Därmed rekommenderas det att ett bebyggelsefritt område om minst 15 m finns närmast Södra Stambanan med hänsyn till mekanisk skada från urspårning. Detta område medför även att de mindre olyckstypernas konsekvenser minskar kraftigt. Avståndet beräknas från ytterkant på spåret närmast området. För Kronetorpsvägen accepteras det att byggnader uppförs i anslutning till trottoar samt gång/cykelväg under förutsättning att byggnader uppförs som tunga konstruktioner (betong/tegel). Detta gäller förutsatt att det ej av andra säkerhetsskäl är olämpligt.

Risknivåerna på väg är generellt högre än på järnväg, framförallt på korta avstånd och avseende explosioner. Därmed rekommenderas det att ett skyddsavstånd om minst 30 m för E6/E20 samt E22.10.

En annan form av skyddsavstånd är att placera okänslig verksamhet nära transportleder vilket kan utgöra parkering, mindre kontor, villor och parker och mer känsliga verksamheter som hotell, större bostadskomplex, vårdbyggnader och mer personintensiva lokaler längre från. Det bör således eftersträvas att område för många bostäder, större kontorsbyggnader, vård och hotell planeras

mot centrum av området. Det är dessutom säkerhetshöjande om okänsligare bebyggelse byggs mellan transportleden och den känsliga bebyggelsen. Inom 100 m (E6/E20) och 80 m (E22.10) ligger risken inom ALARP och risken är där att ses som relativt hög. Inom detta område rekommenderas det att främst verksamheter med låg personintensitet planeras. Bortanför detta område sjunker risken vilket medför att mer känslig och personintensiv bebyggelse är mer lämplig.

Pölbränder

Den olyckstyp som driver upp individrisken inom ALARP-området är främst pölbränder för samtliga transportleder. Om bebyggelse placeras minst 40 m från respektive farligt godsled krävs det ej åtgärder med hänsyn till pölbränder. Bebyggelse accepteras närmare än 40 m under vissa omständigheter. Detta beror bland annat på avstånd, typ av bebyggelse och riskreducerande åtgärder.

Verksamheter i området

Strålningspåverkan från verksamheter avseende bränder bedöms endast vara nödvändigt att ta hänsyn till vid avstånd mindre än 50 m från verksamheter som kan anses vara förknippade med en högre risk för brand. I aktuellt område bedöms det därmed rimligt att byggnader som placeras inom 50 m från Amerikansk Bilimport utförs med obrännbar fasad i brandteknisk klass EI 30 samt med möjlighet till utrymning bort från verksamheten. Fönster utförs i brandteknisk klass E 30 inom 30 m. Avståndet gäller från byggnaden och ej från tomtgräns. Motsvarande gäller Preem bensinstation som också är placerad i området.

Giftig gas

Risker och konsekvenser från utsläpp av giftig gas är högt i området. För att minska riskerna med koppling till utsläpp av giftig gas rekommenderas därmed följande skyddsåtgärder i närheten av transportlederna samt inom området:

- 0 m – 70 m: Byggnader förses med möjlighet till nödstopp av ventilationssystem samt friskluftsintag placerade högt och vänt bort från närmaste transportled.
- 70 m – 150 m: Byggnader som inte är skyddade av annan byggnad med minst samma byggnadshöjd förses med nödstopp av ventilationen. Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled. Det senare gäller för samtliga byggnader inom 70-150 m från transportled.
- 150 m - : Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled.

Detta motiveras av att utsläpp med giftig gas når samtliga delar inom området och med en relativt hög risknivå. Ovanstående gäller ej avseende Kronetorpsvägen vilken ej medför åtgärder avseende giftiga gaser.
Med hänsyn till nödstopp av ventilationssystemet ska utförande med fläkt i drift särskilt beaktas. Det rekommenderas då att nödstoppet utförs av räddningstjänsten då det annars finns risk att ventilationssystemet vid brand i byggnaden ej fyller sin funktion.

Verksamheter
Förutom giftig gas från transportlederna medföljer att ett antal verksamheter i området vid olyckor kan sprida giftiga gaser. Dessa bedöms vara främst Fosieplast AB, Malmback AB samt Industriförsilvring i Skåne AB. Via att säkerställa att ventilation kan nödstoppas, eftersträva att placera friskluftsintag bort från Södra Stambanan samt se till så att VMA-signaler hörs i området bedöms hänsyn till dessa verksamheter taget. Avstånd med möjlighet till nödstopp och placering av friskluftsintag bör följa riktlinjer ovan för giftig gas. För byggnader som ligger mer än 150 m från respektive transportled rekommenderas det att friskluftsintag utförs vända bort från Södra Stambanan (från industrierna).

Brännbar gas
Utsläpp av brännbar gas inom området kan medföra jetbränder, explosioner och BLEVE. Jetbränder påverkar främst via strålning vilket bedöms hanteras genom åtgärder avseende pölbränder, frekvenser för jetbränder understiger kraftigt pölbränder.

Explosioner och BLEVE medför stora konsekvenser men utgör låga frekvenser vilket medför att de ej bidrar till oacceptabla risker avseende individrisk i området. Konsekvenserna av en BLEVE blir stora, dock kräver en BLEVE en kedjereaktion där först en jetbrand åstadkommer en uppvärmning av aktuell tank. Denna fördröjning innebär tid för att personer i närheten kan sätta sig i säkerhet. Möjligheten att sätta sig i säkerhet för både BLEVE och andra olyckor minskar då personer sover. Med anledning av detta rekommenderas det att bostäder placeras längre från framförallt järnväg vid val mellan bostäder och annan verksamhet (förutom sjukvård och dylik känslig verksamhet vilken ej planeras i området). Explosioner påverkar stabila konstruktioner (betong-/tegelbyggnader) mindre än exempelvis trähus då de stabila konstruktionerna kan stå emot högre tryck. Detta medför att mindre konsekvenser erhålls vid byggnation med stabila konstruktioner.

Förutom dessa rekommendationer bedöms inga ytterligare åtgärder nödvändiga med hänsyn till de låga risktillskotten som dessa olyckstyper medför.

Tågstationen
Inom området ligger en tågstation vilken tidvis förväntas befolkas av många personer som kommer att befinna sig i den absoluta närheten av järnvägen vilket medför en förväntad hög samhällsrisk och individrisk. Detta är fallet på motsvarande tågstationer där både persontåg och godståg transporteras på gemensamma spår. För att reducera denna risk krävs det att dessa transportslag avskiljs och tar olika vägar. En tågstation med både person- och godstransport kan utformas på olika sätt för att trots allt minimera dessa risker. Denna typ av frågor bör utredas i samband med att transportleden utökas. Detta beror dock av hur stationsområdet och perronger kommer att utformas vid byggnationen. Risker i samband med tågtrafiken behöver då utredas som en del av utbyggnaden. I detta projekt utreds endast efterfrågat planförslag och dess påverkan på risknivån i området.

Samhällsrisk
Samhällsrisken i området är hög utan riskreducerande åtgärder. Även med de åtgärder som rekommenderats avseende individrisk är samhällsrisken hög då många personer förväntas i framförallt delar av området.

De åtgärder som därmed rekommenderas utöver de som presenteras avseende individrisk är urspårningsräl längs Södra Stambanan.

<u>Sammanställning åtgärder</u>
Inom aktuellt område ligger individrisknivån över det övre kriteriet enligt Räddningsverkets kriterier på korta avstånd. Dessutom ligger stora delar av området inom det så kallade ALARP-området varför det bedöms att det krävs åtgärder för att erhålla en acceptabel risknivå i området. Däremot bör riskreducerande åtgärder värderas med hänsyn till den påverkan som åtgärden medför både avseende kostnad men även baserad på eventuella andra värden.

De åtgärder som rekommenderas för området är följande med hänsyn till farligt gods:

- Avseende skyddsavstånd rekommenderas följande, avstånden beräknas från det spår som går närmast planområdet och avser spårets ytterkant alternativt vägbanans ytterkant mot området på respektive sida.:
    - Skyddsavstånd från Södra Stambanan bör till närmaste bebyggelse vara minst 15 m. Trafikverket rekommenderar dock 30 m bebyggelsefritt från järnväg. Därmed bör skyddsavstånd stämmas av med Trafikverket.
    - Skyddsavstånd från E6/E20 samt E22.10 bör vara minst 30 m. Tillstånd från Trafikverket/Länsstyrelsen kan krävas på 12 m, 30 m eller 50 m.
    - Skyddsavstånd från Kronetorpsvägen bedöms ej vara en förutsättning utifrån aktuell analys om det ej förutsätts med

hänsyn till andra säkerhetsaspekter, så som krav från Trafikverket. Tillstånd från Trafikverket/Länsstyrelsen kan krävas på 12 m, 30 m eller 50 m.

- Inom 100 m från E6/E20 samt inom 80 m från E22.10 rekommenderas det att inga personintensiva verksamheter byggs. Verksamheter som är lämpliga är mindre kontor, parker samt småhusbebyggelse. Bebyggelse i närheten av Södra Stambanan diskuteras inom arbete för område B och område C.

- På ett avstånd längre än 40 m krävs inga åtgärder kopplade till brandfarlig vätska. Åtgärder krävs på kortare avstånd beroende på verksamhet och byggnadsstorlek.

- Avseende giftig gas rekommenderas följande:
    - 0-70 m: Byggnader förses med nödstopp på ventilationen och friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled.
    - 70-150 m: Byggnader som inte är skyddade av annan byggnad med minst samma byggnadshöjd förses med nödstopp på ventilationen. Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled. Det senare gäller för samtliga byggnader inom 70-150 m från transportled.
    - Över 150 m: Friskluftsintag placeras högt och vänt bort från närmaste transportled.

- För att byggnader som placeras i anslutning till farligt godsleder ska bli mer motståndskraftiga mot explosioner rekommenderas det att dessa utförs som stabila byggnader i exempelvis betong eller tegel. Detta gäller första radens bebyggelse.

- Södra Stambanan bör förses med urspårningsräl längs med området med hänsyn till hög persontäthet längs sträckan.

De åtgärder som rekommenderas för området är följande med hänsyn till verksamheter:

- Inom 50 m från Amerikansk Bilimport samt Preem förses byggnader med obrännbar fasad i brandteknisk klass EI 30 samt med möjlighet till utrymning bort från verksamheten. Om byggnader uppförs närmare än 30 m från bör fönster utföras i lägst brandteknisk klass E 30.

- Genom att säkerställa att VMA-signal hörs i området och att byggnader utförs enligt rekommendationer för giftig gas enligt ovan bedöms

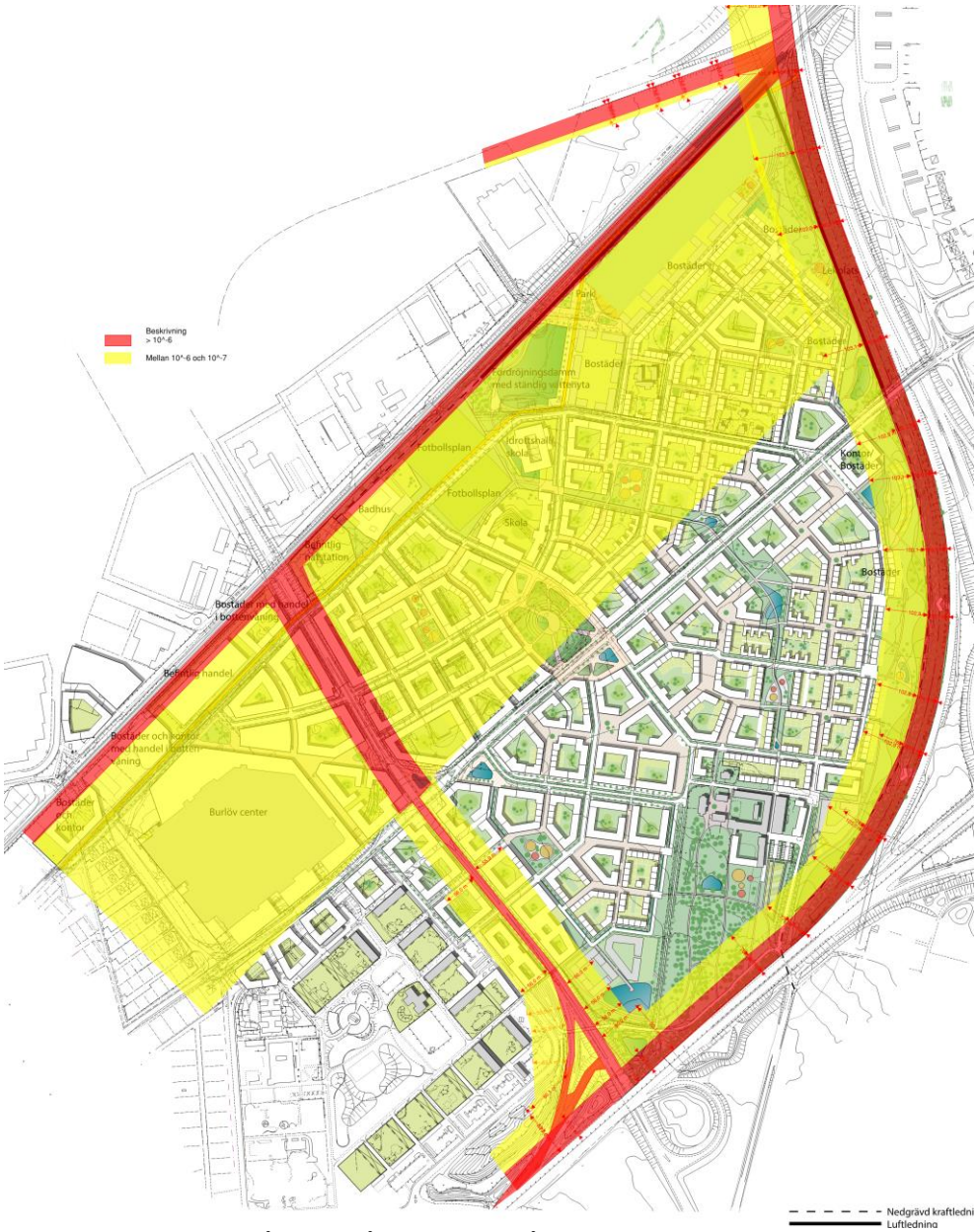
åtgärder ha vidtagits avseende giftiga gasutsläpp från industrier i närheten. Luftintag till byggnader som ligger mer än 150 m från respektive transportled rekommenderas vara vända bort från Södra Stambanan (från industrierna) med hänsyn till stora konsekvensavstånd vid giftiga utsläpp från industrierna.

Det ska vid byggnation nära kraftledningar tas hänsyn till påverkan från spänning och magnetfält. Detta hanteras separat av Burlövs kommun och EON.

Det ska tas hänsyn till befintliga gasledningar vid byggnation i området.

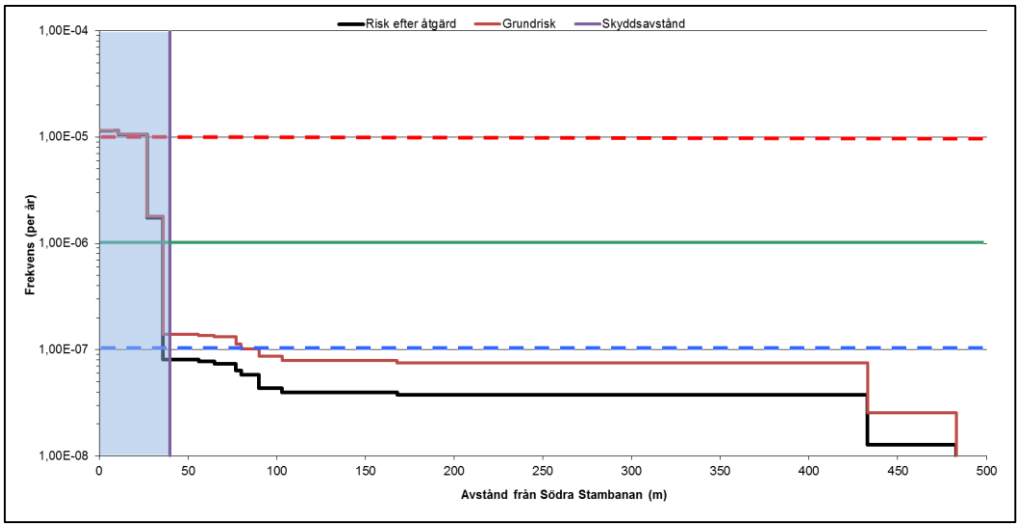
8 Sammanfattande risknivåer och riskreducerande åtgärder

De individrisknivåer som finns i området har beräknats och presenteras i figur 18. Ytor som ryms inom rött område och gult område avser ytor där risknivån överstiger 10^{-7} vilket innebär att åtgärder bör vidtas för att reducera risknivån. Inom rött område ställs högre krav på åtgärder än inom gult område, dock ska hänsyn för båda områdena tas till den kostnad och begränsning som en åtgärd medför.



Figur 18. Individrisknivåer i området. Rött område avser risker högre än 10^{-6} och gult område avser risker mellan 10^{-6} och 10^{-7}.

Genom att vidta riskreducerande åtgärder sänks risken i området. Beroende på åtgärd minskar risken på olika sätt och i olika stor omfattning. Detta medför att åtgärder ska värderas. Exempelvis medför ett skyddsavstånd att antingen en viss typ av verksamhet ej förväntas drabbas eller att inte någon förväntas drabbas. Detta beror på vad skyddsavståndet avser. Möjlighet till stopp av ventilationssystemet medför istället att färre personer förväntas bli påverkade av ett utsläpp med giftig gas, se figur 19 för effekter på individrisken. Vid ett skyddsavstånd på 40 m erhålls motsvarande individriskkurva som grundkurvan om det förutsätts att ingen bebyggelse finns inom avståndet, dock blir risken för de olyckorna med kortare konsekvensavstånd än 40 m noll (inga personer omkommer). Med ventilationsåtgärderna erhålls en mindre risk med hänsyn till att frekvensen av att en person på avstånden omkommer minskar. Egentligen påverkas framförallt samhällsrisken av begränsningar av ventilationen då det medför att färre personer omkommer, men då även individrisken bedöms bli reducerad presenteras minskningen som en minskning i frekvens.



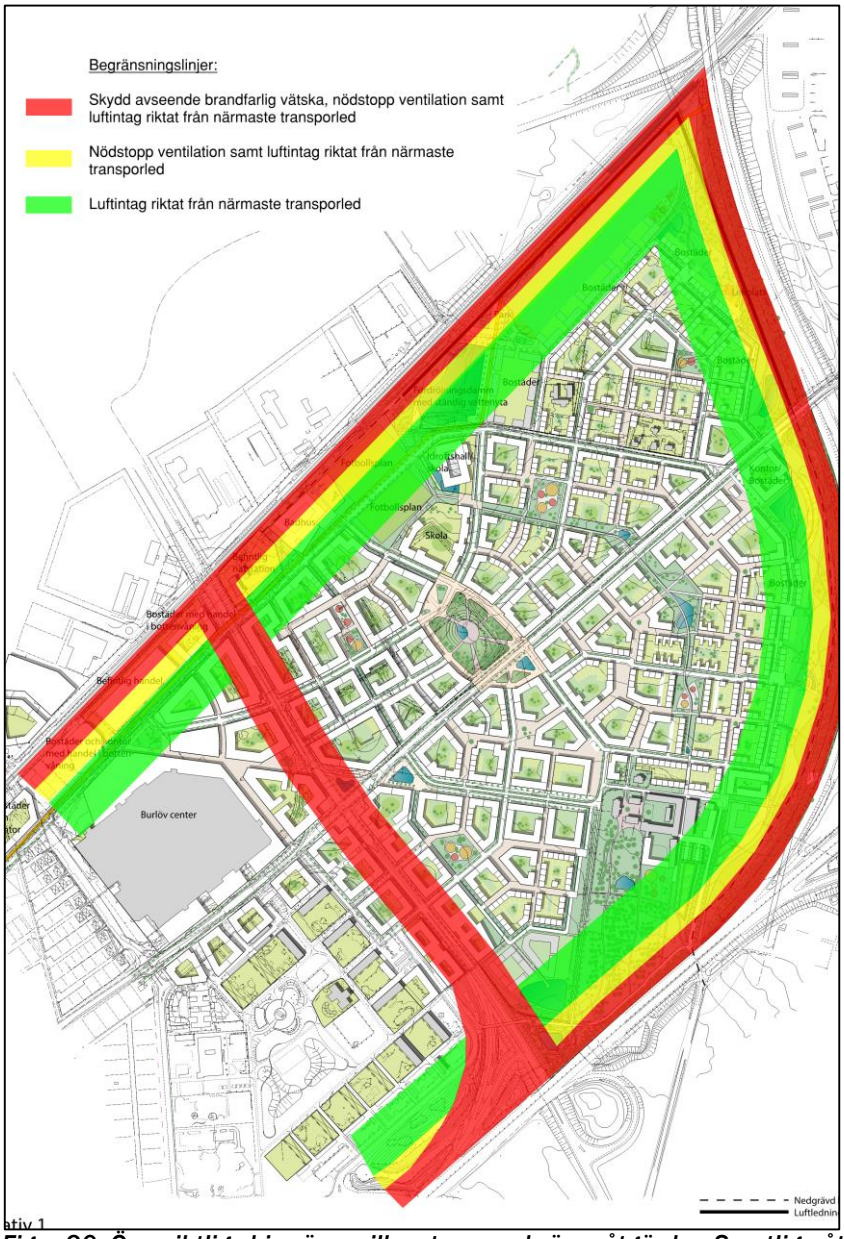
Figur 19. Redovisar påverkan av riskreducerande åtgärder. Rött streck avser grundrisk. Svart streck avser att risken för dödsfall från giftig gas halveras med hänsyn till möjlighet till nödstopp av ventilationen. Lila streck (blå yta) avser påverkan av skyddsavstånd

Genom att utföra de två ovanstående åtgärderna kan det konstateras att risknivån i närheten av Södra Stambanan sjunker under ALARP-området. Om skyddsavståndet ej efterlevs kan det ersättas/kompletteras av exempelvis brandtekniska åtgärder i fasaden på byggnader eller liknande vilket kan ge motsvarande effekt på risknivån.

Längs med Södra Stambanan planeras en tätare och mer personintensiv bebyggelse. Detta medför att åtgärder därmed krävs i större omfattning. De krav som ställs presenteras i riskutredning avseende område B och område C och beror av bland annat typ av verksamhet. Beroende på vad vidare analys

kring samhällsrisk visar kan ytterligare åtgärder krävas. Det beror dock på vilka olyckor som påverkar risken mest samt personintensiteten.

Generella åtgärder som rekommenderas i området presenteras visuellt i figur 20. Skyddsavstånd, åtgärder kopplade till konstruktionstyp samt VMA-meddelanden presenteras ej i figuren.



Figur 20. Översiktlig skiss över vilka ytor som kräver åtgärder. Samtliga åtgärder inkluderas ej.

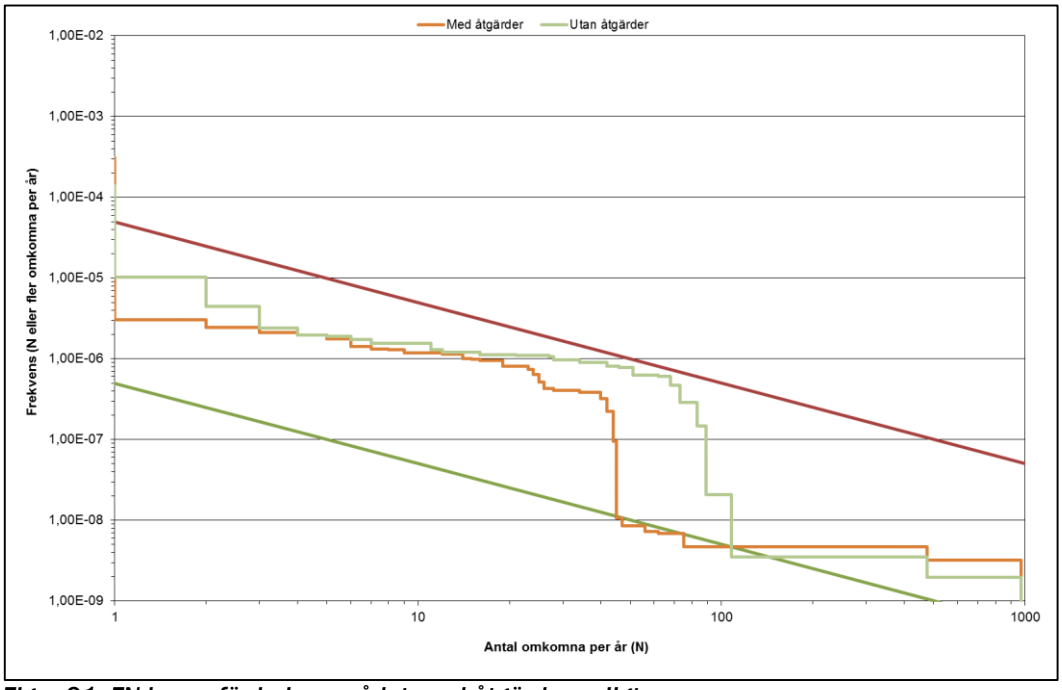
De olyckor som medför att samhällsrisken är hög i området är större utsläpp med klor och brandfarlig vätska. Detta medför att det är riskreducerande åtgärder avseende främst dessa som medför att samhällsrisken reduceras.

Dessutom medför generella riskreducerande åtgärder att riskerna minskar, så som vallar, murar och urspårningsrälar. De riskreducerande åtgärder som utförs påverkar olika verksamheter olika mycket. Genom att utföra en fasad tät med giftig gas erhålls en reducerad risk för personer inomhus men denna åtgärd har ej samma effekt för personer utomhus vilka snarare kan erhålla motsvarande reducering via en mur/vall i kombination med VMA-signal vilket medför en möjlighet att sätta sig i säkerhet från olyckan. Dessutom medför ett skyddsavstånd att vissa olyckor så som brandfarlig vätska samt alla mindre olyckor får ett mindre konsekvensutfall.

Den riskreducerande förmågan enligt följande appliceras, dessa åtgärder avser de som tidigare presenterats inom individriskberäkningarna:

- Ventilationsåtgärder enligt ovan bedöms medföra att förväntade antalet omkomna personer inomhus förväntas minska från 10 % till 1 %.
- Byggnader utförs skyddade mot brand genom att fasader inom 40 m utförs obrännbara och med brandteknisk motståndskraft. Detta medför att personer inomhus ej förväntas omkomma vid bränder.
- Byggnader utförs med tunga konstruktioner i betong/tegel vilket bedöms innebära att risken att omkomma sänks med 25% för personer inomhus.
- Mur/vall om minst 3 m ihop med VMA-signal bedöms medföra att andelen personer som omkommer utomhus vid giftiga utsläpp reduceras med en faktor 5. Detta gäller fotbollsplaner.

Detta medför en samhällsrisk enligt figur 21.

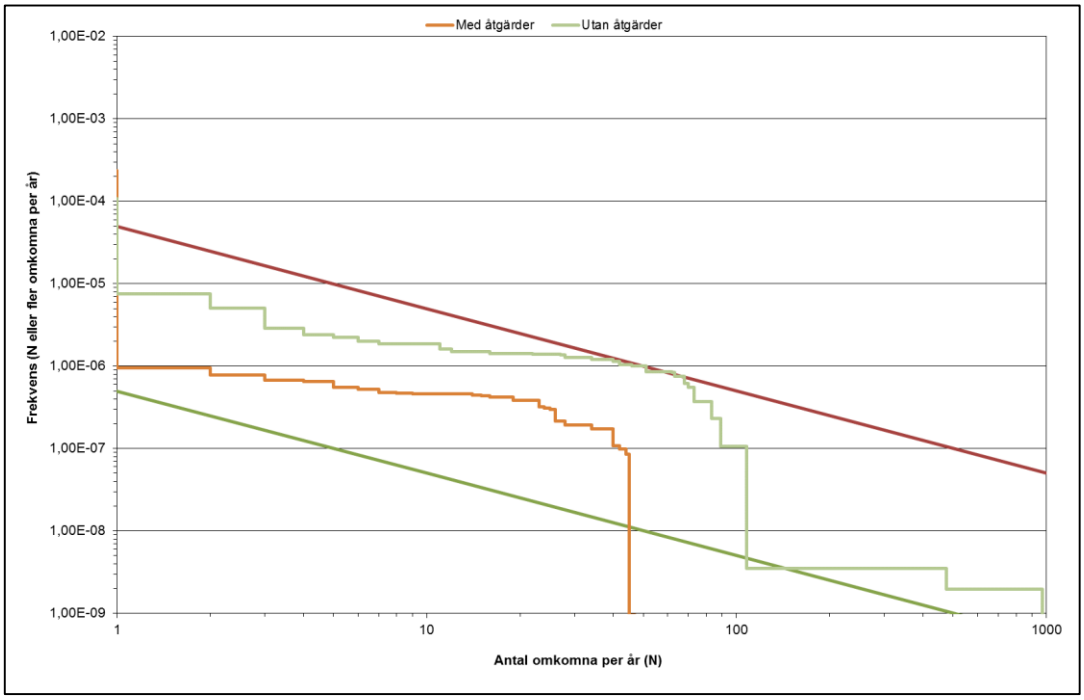


Figur 21. FN-kurva för hela området med åtgärder enligt ovan.

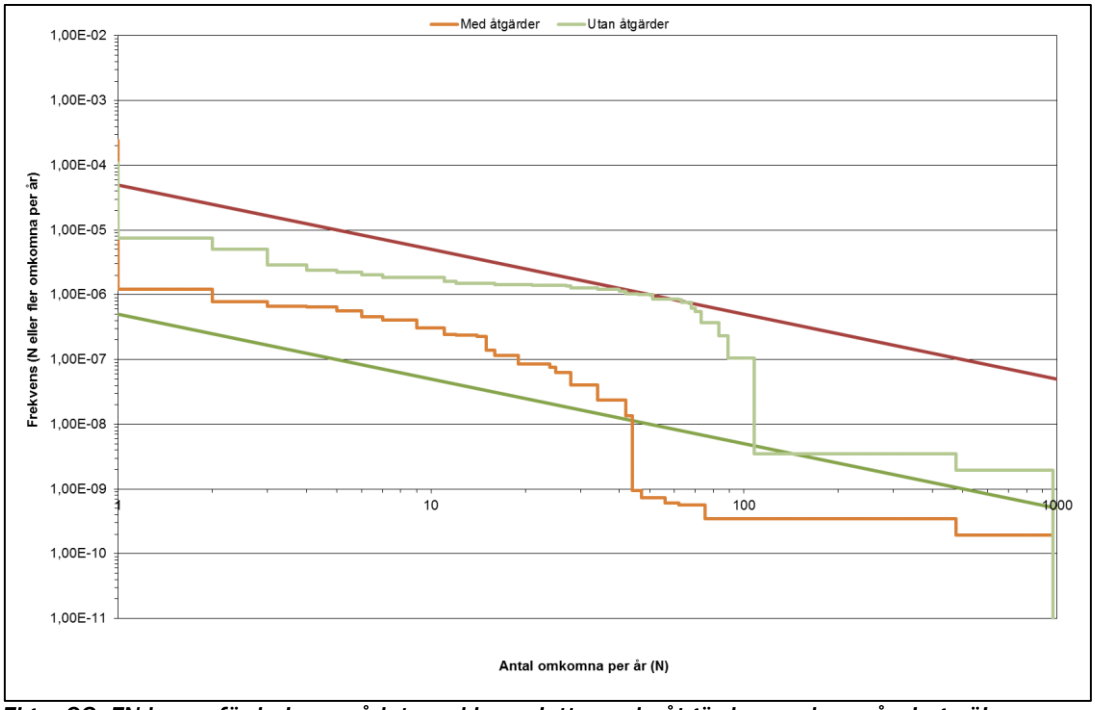
Trots dessa åtgärder är risknivån i området hög. Två åtgärder vilka reducerar frekvenser av olyckor samt konsekvenser är urspårningsräl samt vall/mur. För E6/E20 samt E22 är vall ett alternativ. Denna bör utformas minst 3 m högre än väg i anslutning till vägen. För Södra Stambanan utgör urspårningsräl en frekvensminskande effekt för området samtidigt som en mur medför en konsekvensminskande effekt. Följande riskreducerande effekter förväntas:

- Urspårningsräl sänker frekvensen för läckage vid en urspårning med en faktor 10 för samtliga olyckor m.h.t att fordonets kraft hålls horisontellt på spåret.
- Vall om minst 3 m längs med E6/E20 samt E22 sänker konsekvensen med en faktor 5 för personer utomhus/inomhus. Detta gäller ej BLEVE.

Genom att utföra Södra Stambanan med urspårningsräl erhålls samhällsrisk för området enligt figur 22. Kompletteras det med vall om minst 3 m längs med E6/E20 samt E22 erhålls följande samhällsrisk för området, se figur 23.



Figur 22. FN-kurva för hela området med kompletterande åtgärder med urspårningsräl.



Figur 23. FN-kurva för hela området med kompletterande åtgärder med urspårningsräl och vall.

Genom att vidta dessa åtgärder erhålls en samhällsrisk i området som hamnar inom det nedre ALARP-området. Med hänsyn till reducerande effekten som vallen ger bedöms den ej utgöra ett krav avseende utformningen av området. Detta gäller oavsett om vägen går högt eller lågt i området.

9 Slutsats

Målet med riskutredningen har varit att skapa ett underlag som underlättar för beslutsfattare att planera området på ett sätt som är acceptabelt ur ett riskperspektiv.

I riskutredningen har särskilt befintliga luftledningar beaktats. Burlövs kommun har tagit kontakt med EON och utreder denna fråga separat.

Risker i samband med det analyserade detaljplaneförslaget ligger till stor del inom ALARP-området avseende individrisk samt över ALARP-området avseende samhällsrisk. De riskreducerande åtgärder som föreslås är lämpliga för nya byggnader inom området på de föreskrivna avstånden respektive för att reducera frekvens/inledande konsekvenser avseende olyckor. Vid förändringar av förutsättningar ska en ny bedömning utföras.

Åtgärder som är listade är sådana som bedöms medföra en risknivå i området som understiger de av samhället accepterade nivåerna avseende individrisk samt som ligger inom ALARP-området avseende samhällsrisk. Åtgärder som presenteras är sådana som ÅF rekommenderar med hänsyn till områdets utseende och risknivå. Med de riskreducerande åtgärder som presenterats har även hänsyn till de verksamheter/industrier som finns i området tagits. Ytterligare åtgärder bör först krävas efter att de påvisats medföra en kostnadseffektiv åtgärd alternativt om större ändringar genomförs i området som påverkar risknivån.

10 Referenser

[1] ”Riskhantering i detaljplaneprocessen,” Länsstyrelsen i Stockholm, Skåne och Västra Götaland, 2006.

[2] Länsstyrelsen i Skåne, ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, RIKTSAM,” Länsstyrelsen i Skåne, 2007.

[3] WSP, ”Detaljerad riskbedömning för fördjupad översiktsplan för Arlöv,” WSP Brand- och Riskteknik, Kristianstad, 2008.

[4] ”Kartläggning av farligt gods transpoter, September 2006,” Statens Räddningsverk (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), 2006.

[5] Trafikverket, ”Välkommen till Vägtrafikflödeskartan,” Trafikverket, [Online]. Available: http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#. [Använd 24 05 2016].

[6] ”RID-S 2013 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om farligt gods på järnväg (MSFBFS 2012:7),” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2012.

[7] ”Fördjupad översiktsplan för sektorn transpoter med farligt gods,” Göteborgs stad, Göteborg, 1999.

[8] ”Handbok för riskanalys,” Statens Räddningsverk, Karlstad, 2003.

[9] ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4,” Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.

[10] ”Prognos för godstransporter 2030 - Trafikverkets basprognos 2015: Publikationsnummer 2015:051,” Trafikverket, 2015.

[11] Trafikanalys, ”Godstransporter i Sverige redovisning av ett regeringsuppdrag Rapport 2012:7”.

[12] TRAFA, ”Tåglägen, gods och trängsel på spåren,” Trafikanalys, Stockholm, 2016.

[13] Trafikverket, ”SAMRÅDSUNDERLAG Södra stambanan, Lund – Flackarp, fyra spår Projektnummer: TRV 2014/38206,” Trafikverket, Kristianstad, 2015.

[14] Trafikanalys, ”Godstransporter i Sverige redovisning av ett regeringsuppdrag Rapport 2012:7,” Tradikanalys, Stockholm, 2012.

[15] Tyren´s AB, ”Flackarp - Arlöv, fyra spår - Riskbedömning avseende farligt gods mm Projektnummer: TRV 2010/35145,” Tyren´s, 2013.

[16] ”Prognos för godstransporter 2030 - Trafikverkets basprognos 2014: Publikationsnummer 2014:066,” Trafikverket.

[17] Boverket, Naturvårdsverket, Räddningsverket och Socialstyrelsen, ”Bättre plats för arbete,” Boverket, Karlskrona, 1995.

[18] RIB, ”Information för räddningstjänsten – Silvercyanid,” [Online]. Available: http://rib.msb.se/Portal/template/pages/Kemi/Substance.aspx?id=2971&q=silvercyanid&p=1. [Använd 05 09 2016].

[19] RIB, ”Information för räddningstjänsten – Aceton,” [Online]. Available: http://rib.msb.se/Portal/template/pages/Kemi/Substance.aspx?id=957&q=aceton&p=1. [Använd 05 09 2016].

[20] RIB, ”Information för räddningstjänsten – Styrenmonomer, stabiliserad,” [Online]. Available: http://rib.msb.se/Portal/template/pages/Kemi/Substance.aspx?id=1166&q=styren&p=1. [Använd 05 09 2016].

[21] Länsstyrelsen i Stockholms län, ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer,” Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2000.

[22] *ELSÄK-FS 2008:1 med ändringar till 2015:3*.

[23] Svenska Kraftnät, ”Elektriska och magnetiska fält,” Svenska Kraftnät, 27 09 2016. [Online]. Available: http://www.svk.se/drift-av-stamnatet/trygg-elforsorjning/miljopaverkan/elektriska-och-magnetiska-falt/. [Använd 18 10 2016].

[24] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Magnetfält och Hälsorisker,” Strålsäkerhetsmyndigheten, 2009.

[25] EON, Interviewee, *Kundservice*. [Intervju]. 25 01 2017.

[26] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (MSB), ”Transport av farligt gods, Väg och järnväg,” 2011. [Online].

[27] EPA, ”Ammonia Results - AEGL Program,” United States Environmental Protection Agency, 1 10 2015. [Online]. Available: https://www.epa.gov/aegl/ammonia-results-aegl-program. [Använd 28 04 2016].

[28] EPA, ”Sulfur Dioxide Results - AEGL Program,” United States Environmental Protection Agency, 1 10 2015. [Online]. Available: https://www.epa.gov/aegl/sulfur-dioxide-results-aegl-program. [Använd 28 04 2016].

[29] EPA, ”Chlorine Results - AEGL Program,” United States Environmental Protection Agency, 1 10 2015. [Online]. Available: https://www.epa.gov/aegl/chlorine-results-aegl-program. [Använd 28 04 2016].

[30] ”Värdering av Risk,” Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.

[31] Räddningsverket, Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006, Karlstad: Räddningsverket, 2006.

[32] Trafikvereket, ”Säkerhetsavstånd vid byggande intill väg,” Trafikverket, 10 02 2016. [Online]. Available: http://www.trafikverket.se/for-dig-i-

branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Sakerhetsavstand-mellan-infrastruktur-ny-bebyggelse-samt-ovriga-anordningar/sakerhetsavstand-vid-byggande-intill-vag/. [Använd 12 01 2017].

[33] Planavdelningen, Burlövs Kommun, "ANTAGANDEHANDLING 2016-02-29 - Illustration hörande till detaljplan för Tågarp 15:5 m fl, Södra stambanan genom Arlöv," Burlövs Kommun, 2016.

[34] Burlövs Kommun, "Detaljplan för Tågarp 15:5 m fl, Södra stambanan genom Arlöv Burlövs kommun, Skåne län – normalt planförfarande," 16 08 2016. [Online]. Available: http://www.burlov.se/download/18.7caaa11815347d3b40645826/1457621705700/2+Planbeskrivning+Arl%C3%B6v+Antagande_20150918.pdf. [Använd 30 08 2016].

[35] "Farligt Gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.

[36] HMSO, *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.,* London: Advisory Commitee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.

[37] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elseiver Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.

[38] SIKA, "Prognoser för person och godstransporter 2020. SIKA Rapport 2005:10," SIKA, 2000.

[39] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen,," Banverket, Borlänge, 2001.

[40] VTI-Raport 387:2, "Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods," Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.

[41] SMHI, "Öppen data Meteorologiska Observationer," SMHI, [Online]. Available: http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#. [Använd 29 06 2016].

[42] "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.

[43] TNO, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005.

[44] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods," Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Göteborg, 1997.

[45] "BBR22," i *Boverkets byggregler BFS2015:3*.

Bilaga A – Frekvensberäkningar

Denna bilaga innehåller frekvensberäkningar för de händelser som tidigare definierats och identifierats för godstrafik och som kan leda till utsläpp av farligt gods som påverkar omgivningen. Med hänsyn till att det finns flertalet transportleder och arbetsgången är lika presenteras inte samtliga beräkningar utan istället presenteras arbetsgången för en väg respektive Södra Stambanan.

Frekvensskalning individrisk

För beräkningen av individrisk skalas frekvensen för de olika skadescenarierna i ett sista steg med scenariots konsekvensbredd i (beräknat i bilaga B) relation till studerad sträcka längs planområdet. Detta innebär att exempelvis en pölbrand med mindre konsekvensavstånd än studerad sträcka får en minskad frekvens (och minskad påverkan på individrisken). Ett utsläpp av t.ex. klor som skulle haft ett större konsekvensområde än studerad sträcka får istället en uppskalning av frekvensen. Detta gör att hänsyn även tas till olyckor som kan ske utanför studerad sträcka och ändå påverka studerat område.

A1 – Olycka på Kronetorpsvägen med farligt gods för respektive klass

I Räddningsverkets "Farligt gods - riskbedömning vid transport" [35] ges metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt godstransport. Denna riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg (VTI-metoden) analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen for farlig godsolycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik for sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten for vägavsnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning. Med hjälp av beräkningsmatris for farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp kan följande parametrar bestämmas: olyckskvoten, andel singelolyckor och index for farligt godsolyckor (se nedan).

Frekvens för Olycka på Kronetorpsvägen

Enligt tidigare rapport av WSP [3] för aktuell sträcka på Kronetorpsvägen var den uppskattade trafikmängden 2020, ÅDT, 12 000 fordon , varav 1200 utgjordes av tung trafik (antagande att andelen farligt gods utgjorde 10 % av allt gods). Vägsträckan som löper genom med planområdet är cirka 1000 meter. Baserat på utveckling av trafikintensitet har det adderats 20 % för att ta hänsyn till utvecklingen fram till 2030. Detta medför att ÅDT (2030) uppskattas till 14400 fordon/dygn, varav 1440 utgörs av tung trafik.

14400 (fordon/dygn) x 365 (dygn) x 1 (km) = 5 236 000 fordonskilometer per år

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

Antal förväntade fordonsolyckor = *O* = *Olyckskvot* x *Totalt trafikarbete* x 10^{-6}

Där indata för olyckskvoten kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp. Kronetorpsvägen utgörs av väg av typ gata/väg i tätort med hastighetsgräns 50 km/h vilket ger olyckskvot = 1,20.

Nedan beräknas det förväntade antalet fordonsolyckor med avseende på ovanstående trafikarbete.

Förväntade fordonsolyckor = 1,20 x 5 236 000 x 10^{-6} = 6,31 olyckor/år

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor = $O \times ((X \times Y) + (1 - Y) \times (2X - X^2))$

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods och
Y = Andelen singelolyckor på vägsträckan

Antalet farligt godstransporter utgör enligt [14] 3% alternativt 5% av den tunga trafiken beroende på hur det beräknas. Andelen 3% baseras på andelen farligt gods som transporteras i förhållande till annat gods samtidigt som 5% baseras på transportsträcka. Därmed bedöms 5 % vara den mest relevanta siffran för aktuell analys. Antalet transporter med farligt gods bedöms därmed vara 72 transporter per dag.

Uppskattad andel singelolyckor (Y) kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp, och för Kronetorpsvägen motsvarar denna 0,15.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =
6,31 x ((0,0050 x 0,15) + (1 – 0,15) x (2 x 0,0050 - $0{,}0050^2$))= 0,58 x 10^{-1} per år.

Detta multipliceras med index för farligt godsolycka för att få olycksfrekvensen för farligt gods. Index för farligt godsolycka för vägtypen vid aktuell hastighet är 0,03.

Frekvens för farligt godsolycka = 0,58 x 10^{-1} * 0,03 = 1,75 x 10^{-3}

De ADR-klasser som studeras vidare är ADR-klass 1, 2.1, 2.3, respektive 5. Andelen farligt gods från respektive ADR-klass av den totala andelen farligt godstransporter fördelar sig enligt följande:

Frekvens för olycka med farligt gods blir således **1,75 x 10^{-3}**. Detta motsvarar att en farligt godsolycka händer 1 gång på 571 år på aktuell sträcka om 1 km. Detta innebär att en farligt godsolycka inträffar per 5,7 mil motsvarande väg. Detta bedöms vara konservativt med avseende på antalet farligt godsolyckor per år och antal km väg i Sverige. Dock har beprövade metoder som är praxis inom branschen använts varför aktuell frekvens används som grundfrekvens i aktuellt arbete.

Tabell 8. ADR-klasser som studeras vidare med beräknade olycksfrekvenser.

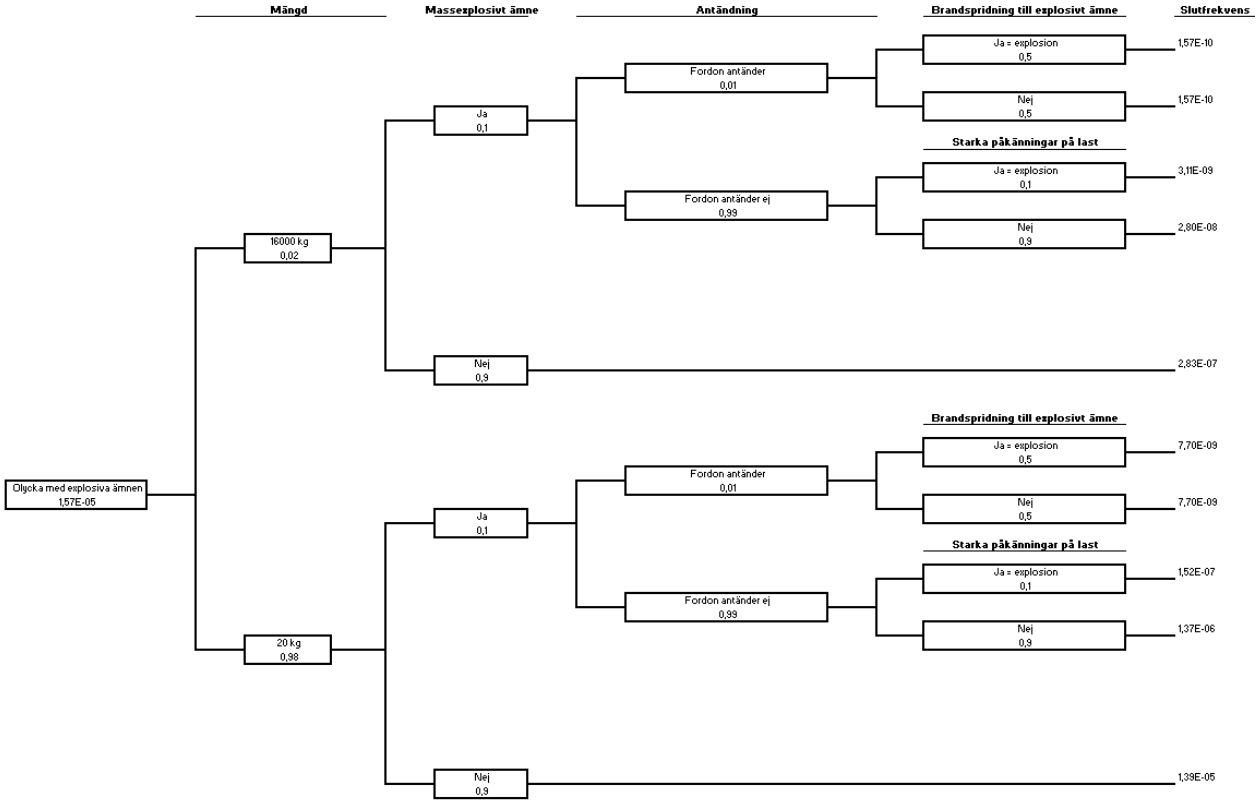
ADR-klass	Andel	Frekvens för olycka
ADR-klass 1, explosiva varor	0,9 %	1,57E-05
ADR-klass 2.1, brandfarliga gaser:	6 %	1,05E-04
ADR-klass 2.3, giftiga gaser:	6 %	1,05E-04
ADR-klass 3, brandfarlig vätska	76,9 %	1,34E-03
ADR-klass 5, oxiderande ämnen:	0,01 %	2,10E-06

A2 - Olycka med explosiva varor på Kronetorpsvägen

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1 transporteras, vilket ger olika scenarier. Med högsta fordonsklass kan maximal mängd massexplosiva varor transporteras i upp till 16 ton per transport, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor. Olyckan som sker delas upp i 16 000 kg klass 1.1b respektive 18.75 kg klass 1.1a, som konservativt får representera hela klass 1. Statistikunderlaget för klass 1 är begränsat. Men för analysen antas grovt att cirka 2 % av antal transporter har den maximala mängden 16 ton, och resterande har 18.75kg, avrundat till 20 kg massexplosiva ämnen i klass 1.1a

Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för mycket kraftig stöt vid en kollision. Dock krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s för att initiera en reaktion. HMSO [36] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2%. Denna sannolikhet används konservativt i beräkningarna. Sannolikheten att en brand i fordonet sprider sig till lasten beror av fordonsklass. Den högsta transporterade mängden förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas en brand sprida sig till fordonet i 10 % av fallen för den maximala mängden 16 ton, och 50% av fallen för 20 kg, vilket i praktiken är mycket konservativt.

Händelseträdet för olyckor med explosiva ämnen som ligger till grund för frekvensberäkningar presenteras i figur 24.



Figur 24. Händelseträd vid olycka med explosiva ämnen på Kronetorpsvägen.

A3 - Olycka med brandfarlig gas (propan/gasol) på Kronetorpsvägen

Läckage av propan

När en lastbil lastad med farligt gods råkar ut för en olycka leder det oftast inte till utsläpp av farligt gods. I de flesta fall håller tanken. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga tryckkärl vilka inte skadas i samma utsträckning som tunnväggiga kärl (jämför brandfarlig vätska). Förutom tankens konstruktion är även miljön runt kring vägen viktig. Längs med aktuell vägsträcka finns ej vägräcke. Utmed vägsträckan finns istället relativt fria ytor med lyktstolpar längs vägen och längs med undergången finns en jordvall. Sannolikheten för läckage av propan i samband med olycka ansätts till 0,01 [30].

$S_{\text{Läckage propan}} = 0{,}01$

Storlek på läcka

Vid en olycka med efterföljande läckage är storleken på läckaget avgörande för konsekvenserna. I aktuellt fall antas ett litet läckage (via punktering eller ventil) samt ett större läckage (punktering av tank eller rörbrott). De enskilda händelserna nedan reduceras med följande faktorer beroende på läckagestorlek.

$S_{\text{Litet läckage}} = 0{,}7$

$S_{\text{Stort läckage}} = 0{,}3$

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma.

Sannolikheten för direkt antändning beror på utsläppets storlek och kan ansättas till följande [37]:

$S_{\text{direkt antändning litet läckage}} = 0{,}1$

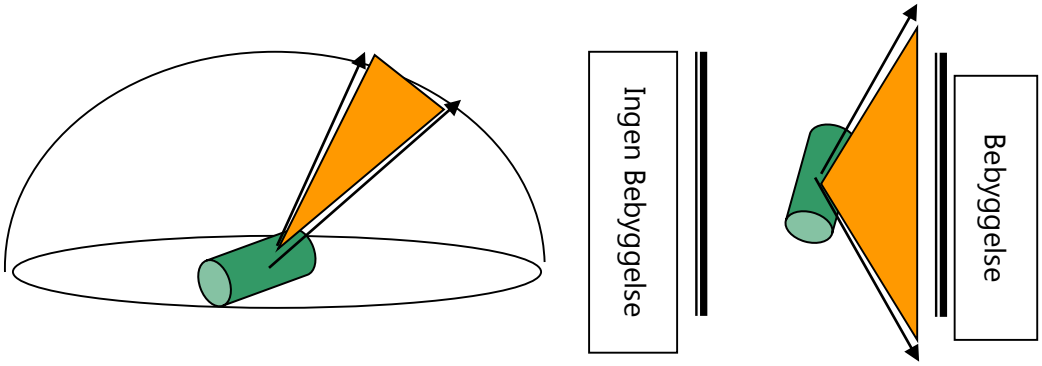
$S_{\text{direkt antändning stort läckage}} = 0{,}2$

Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken samt trycket i denna. Det krävs dessutom att flammans riktning är mot det aktuella området och med hänsyn både till den vertikala och den horisontella riktningen. Vid en olycka bedöms sannolikheten vara störst för en skada på lastbilens nedre delar och således sker läckaget i riktning nedåt eller åt sidan. Detta påverkar även jetflammans riktning. För att anta en rimlig sannolikhet att jetflamman är riktad mot bebyggelsen antas den påverkande zonen vara inom en vinkel på 20° i

vertikalplanet (20°/360°) samt i horisontalplanet (135°/360°), se figur 25. Till detta vägs sannolikheten att skadan sker på behållarens ovansida genom en ytterligare reduktion på 0,5 vilket anses mycket konservativt.

Sannolikheten för att jetbrand blir riktad in mot området ansätts till:

$S_{\text{jetbrand mot bebyggelse}}$ = 20/360 * 135/360 * 0,5 = 0,0104



Figur 25. Illustration av jetflammors utbredning vertikalt (till vänster) respektive horisontellt (till höger).

<u>Gasmolnsexplosion</u>
Om gasen vid ett läckage inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en *gasmolnsbrand* med diffusionsförbränning.

Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnsexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. För detta krävs som regel ett större läckage [37] men konservativt ansätts även en sannolikhet för mindre utsläpp. En gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

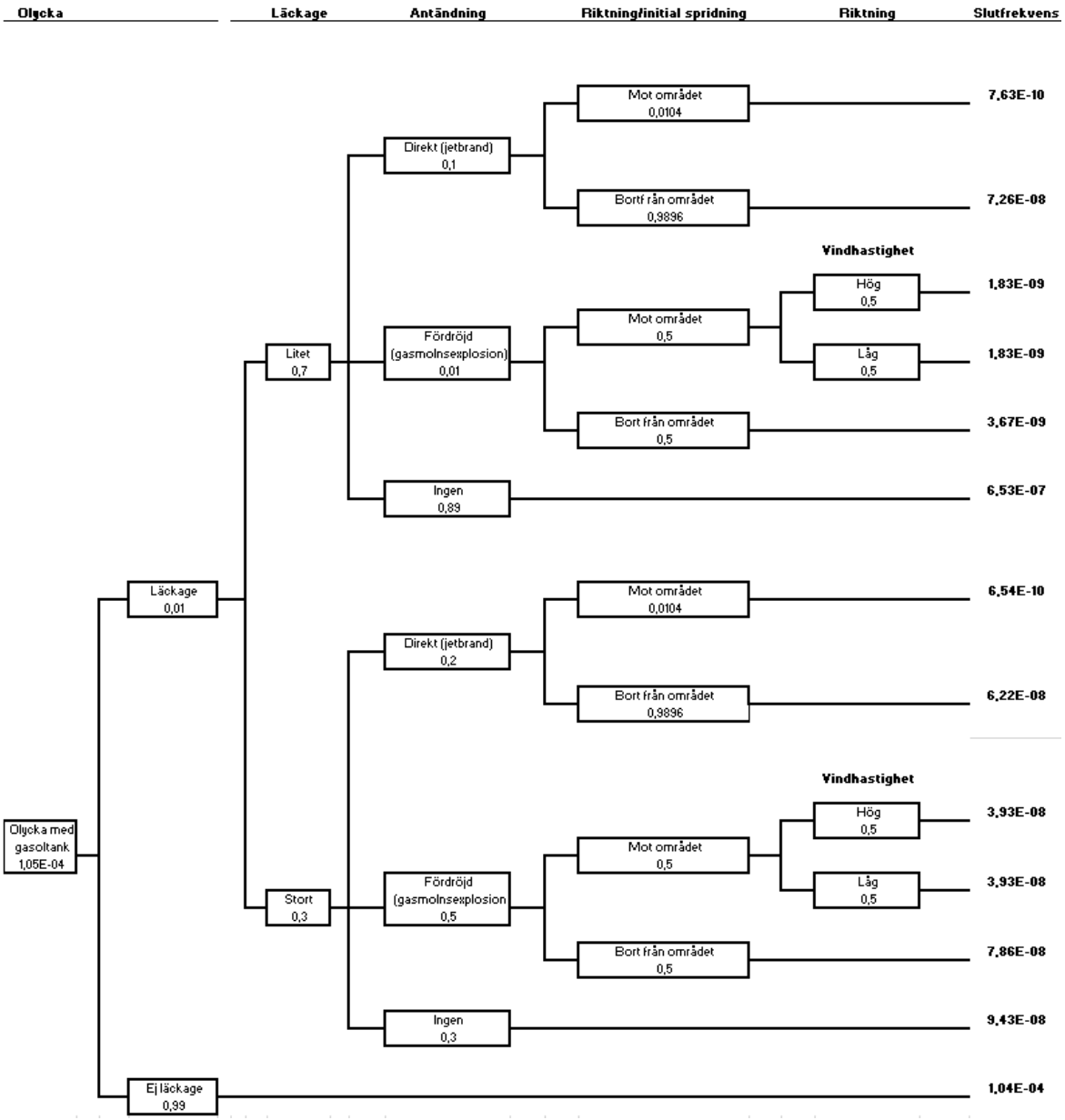
Sannolikheten för sen antändning sätts till:

$S_{\text{sen antändning litet läckage}}$ = 0,01
$S_{\text{sen antändning stort läckage}}$ = 0,5

För att gasmolnsexplosionen ska ge störst skada krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta antas ske när vindriktningen är mot området. Enligt vinddata i bilaga B ligger vinden mot området 50 % av tiden. Sannolikheten för att spridning ska ske mot resp. från planområdet är således:

$S_{\text{spridning mot området}} = 0{,}50$
$S_{\text{spridning bort från området}} = 0{,}50$

En översiktlig bild av händelseträdet som har använts för brandfarlig gas redovisas i figur 26.



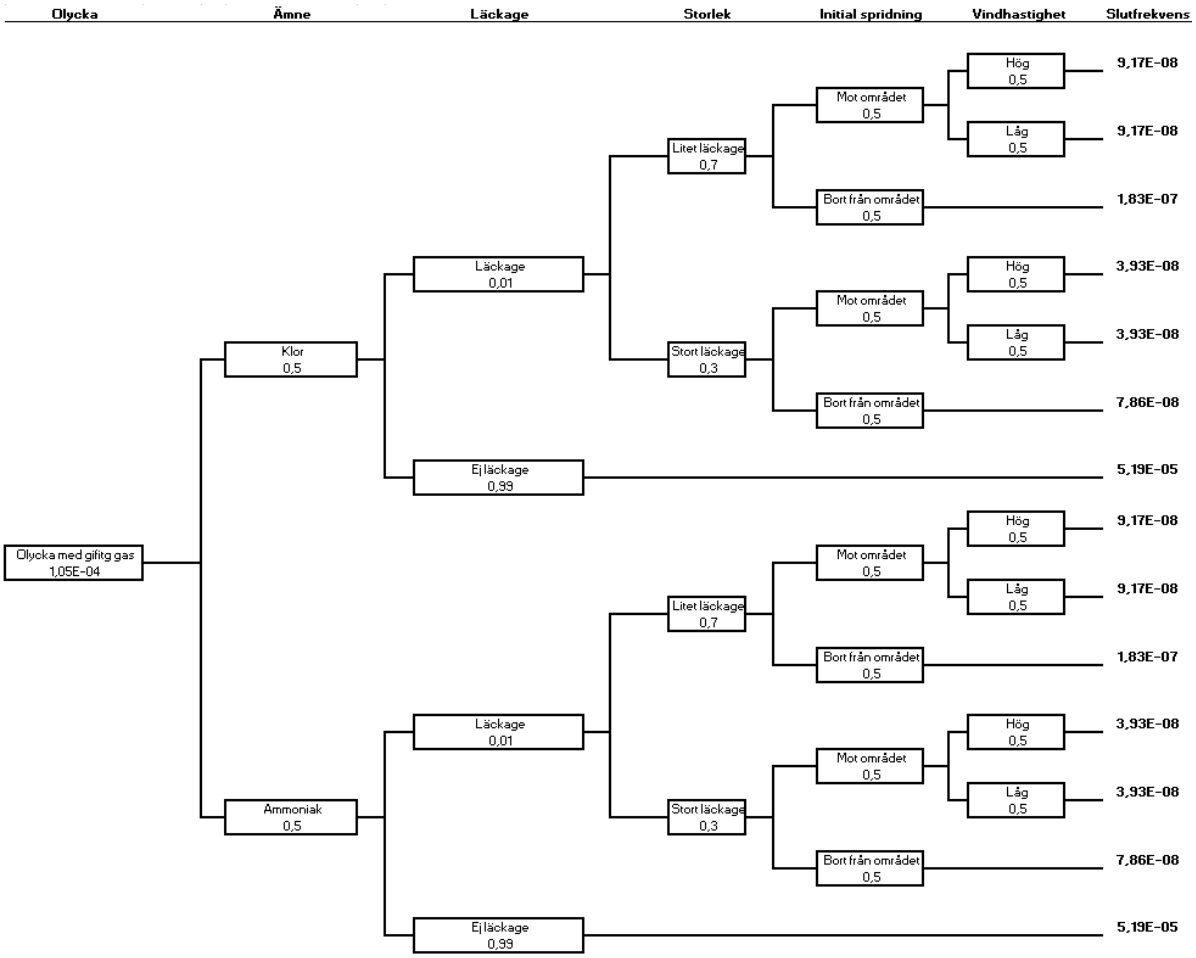
Figur 26. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med brännbar gas på Kronetorpsvägen.

A4 - Olycka med giftig gas på Kronetorpsvägen

Vid en olycka med giftig gas ansätts samma sannolikheter som en olycka med brandfarlig gas avseende hålstorlek och initial spridning. Gasen antas utgöra klor eller ammoniak som bedöms representera även resterande typer av giftiga gaser. Sannolikheten för att en lastbil ska innehålla respektive ämne ansätts till 0,5.

Släckage = 0,01; SLitet läckage = 0,7; SStort läckage = 0,3
Sspridning mot området = 0,50

Sannolikhet för spridning mot området är lika med sannolikheten för vindriktning mot området, se bilaga B. Sammanfattning för sannolikheter för olycka med giftig gas redovisas i figur 27.



Figur 27. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med giftig gas på Kronetorpsvägen.

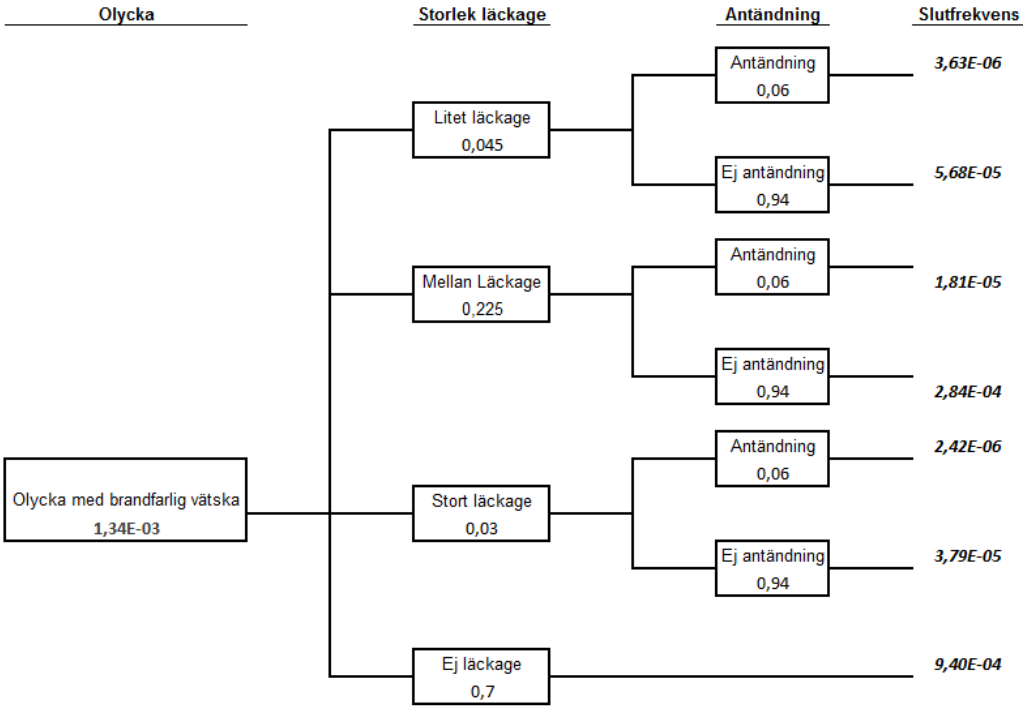
A5 - Olycka med brandfarlig vätska på Kronetorpsvägen

Tankar för bensin etc. utförs för att klara transport av vätska under atmosfärstryck och sannolikheten att tanken skadas vid en olycka så att läckage sker, litet respektive stort, bedöms konservativt till 0,25 respektive 0,05 [38].

I värderingen av sannolikheter tas även hänsyn till att pölens storlek beror på ytorna i området. Vid undergången under Södra Stambanan bildas en nedsänkning. Detta innebär att pölar som bildas i denna lutning bedöms rinna ner i undergången vilken då skyddar aktuellt planområde med en hög vall. Resterande delar angränsas av gräs/asfalt vilket medför att den brännbara vätskan kan sprida sig lättare. För analysen antas det att olyckor på vägen kan ge en liten, mellanstor respektive stor pöl (20, 150m^2 respektive 300 m^2). Fördelningen mellan pölstorlekarna givet läckage sätts till 15%, 75% och 10% för liten, mellanstor respektive stor pöl. Sannolikheten för antändning givet läckage är enligt [37] 6 % oavsett läckagestorlek.

Det bedöms konservativt att en pölbrand som inträffar påverkar båda sidor av vägen vid varje olycka.

Detta ger ett händelseträd för olika potentiella händelser enligt figur 28.



Figur 28. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med brandfarlig vätska på Kronetorpsvägen.

Sammanfattningsvis blir det tre olika slutscenarier med potentiell skada på planområdet. Dessa sammanfattas i tabell 9.

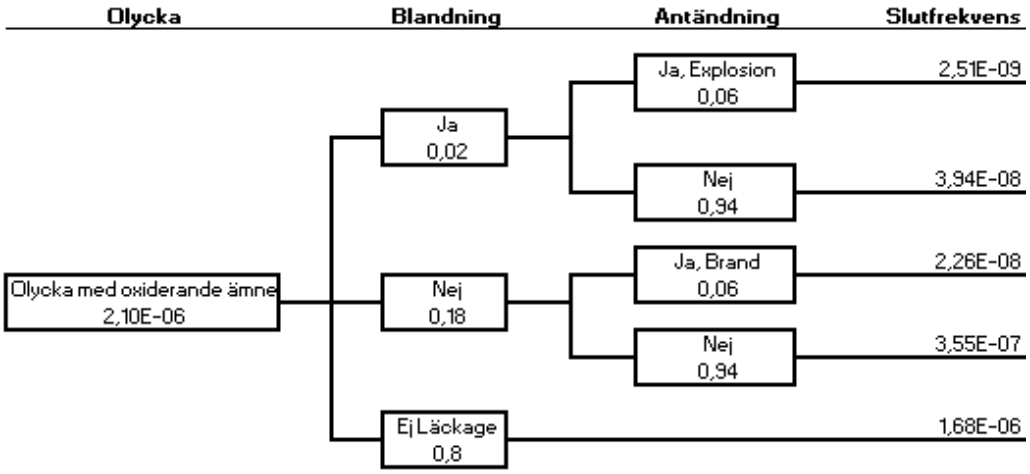
Tabell 9. Olycksscenarier klass 3 Brandfarliga vätskor

Scenario	Slutfrekvens från händelseträd	Frekvens efter avståndsskalning*
Liten pölbrand	3,63E-06	9,43E-08
Mellan pölbrand	1,81E-05	7,25E-07
Stor pölbrand	2,42E-06	1,45E-07

*Används för individriskberäkning, se avsnitt *Frekvensskalning individrisk*

A6 - Olycka med Oxiderande ämne på Kronetorpsvägen

Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen eller organiska peroxider medföra brand eller explosion. Explosion är möjligt vid de fall det oxiderande materialet sammanblandas organiskt material vid olyckan, exempelvis fordonets bränsle. Sannolikheten för läckage antas vara samma som vid läckage av farligt gods klass 3, dvs. 20%. Sannolikheten att lasten vid läckage sammanblandas med organiskt material i form av fordonets bränsle antas vara 20%. Sannolikheten för antändning sätts till densamma som för att antända en stor pöl av farligt gods klass 3, dvs 6 %. Med hjälp av dessa uppskattningar kan nu händelseträdet konstrueras enligt figur 29.



Figur 29. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med oxiderande ämne på Kronetorpsvägen.

A7 – Olycka på Södra Stambanan med farligt gods för respektive klass

Frekvensen för en urspårning av ett tåg på aktuell sträcka beräknas genom Banverkets *"Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen"* [39]. Modellen bygger på verksamhetens art (*W*), vilken bestäms utifrån indata gällande undersökt sträcka, samt felintensiteter (ξ) för de olika verksamheterna.

Tabell 10 nedan visar de värden som har ansatts som indata.

Tabell 10. Indata för frekvensberäkning av olyckor på järnväg.

Indataparameter	
studerad längd (km)	1
spårklass	klass A
antal godståg/år	36500
antal G-vagnar per år	1095000
andel G-vagnar med 2 axlar	0,03
andel G-vagnar med 4 axlar	0,97
vagnaxelkilometer G-vagnar	4314300
Tågkilometer G-vagnar	36500

Förväntade antalet urspårningar beskrivs som: F(olycka)= $W \times \xi$

I tabell 11 listas de olyckstyper som bedöms vara aktuella för aktuell sträcka samt olyckstypernas beroendefaktor och intensitetsfaktor enligt modellen. Kolumnerna under Frekvens olyckstyp beräknas utifrån indata enligt ovan multiplicerat med felintensiteten ξ. För Södra Stambanan gäller följande frekvenser.

Tabell 11. Relevanta olyckstyper som leder till urspårning.

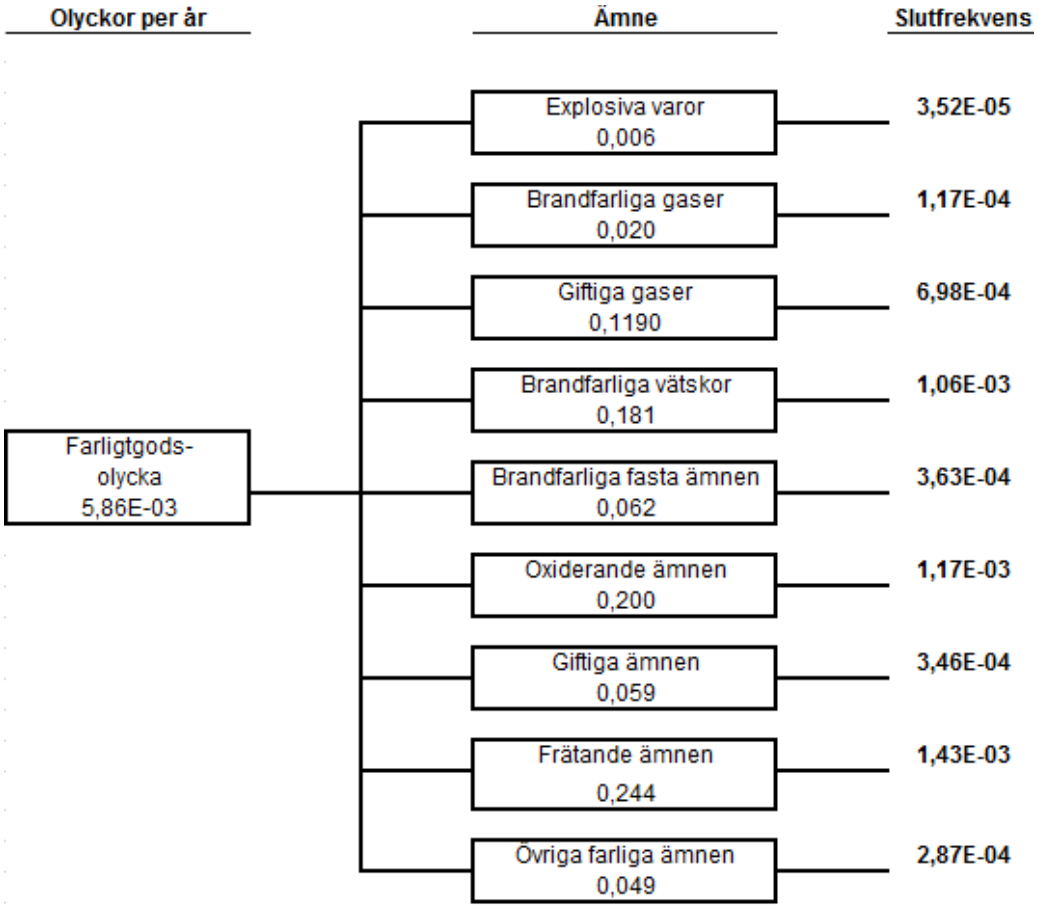
Olyckstyp	Beroendefaktor	Felintensitet	Frekvens olyckstyp
Rälsbrott	vagnaxelkm	5,0E-11	2,2E-04
Solkurva	spårkm	1,0E-05	1,0E-05
Spårlägesfel	vagnaxelkm	4,0E-09	1,7E-03
Vagnfel	vagnaxelkm	3,1E-10	1,3E-02
Växel sliten/trasig	antal tåg	5,0E-09	1,8E-04
lastförskjutning	vagnaxelkm	4,0E-10	1,7E-03
annan orsak	tågkm	5,7E-08	2,1E-03
okänd orsak	tågkm	1,4E-07	5,1E-03
Summa frekvens urspårning:			**2,44 x10^{-2}**

Frekvensen för en urspårningsolycka med en vagn innehållande gods är *2,44 x 10^{-2}*.

En olycka omfattar i genomsnitt 3,5 vagnar [40]. Andelen farligt godsvagnar på varje godståg är 7,5 %. Detta innebär att sannolikheten att minst en farligt godsvagn är inblandad i olyckan motsvarar 24 % (1-(1-0,075)^3,5).

Frekvensen för en farligt godsolycka på Södra Stambanan beräknas därmed till **5,86 x 10^{-3}**.

För att vidare beräkna frekvensen av en urspårning av en vagn som innehåller farligt gods av ett visst ämne används fördelningen av transporterade mängder. Slutfrekvenserna för en olycka med ett givet ämne presenteras i figur 30 nedan.



Figur 30. Händelseträd med frekvenser av urspårning för olika typer av farligt gods på Södra Stambanan.

De olycksscenarier som studeras vidare för Södra Stambanan enligt avsnitt 3.2 är följande:

Tabell 12. ADR-klasser som studeras vidare med beräknade olycksfrekvenser.

ADR-klass	Andel	Frekvens för olycka
ADR-klass 1, explosiva ämnen:	0,6 %	3,52E-05
ADR-klass 2.1, brandfarliga gaser:	2 %	1,17E-04
ADR-klass 2.3, giftiga gaser:	11,9 %	6,98E-04
ADR-klass 3, brandfarlig vätska	18,1 %	1,06E-03
ADR-klass 5, oxiderande ämnen:	20 %	1,17E-03

A8 - Olycka med brandfarlig gas (propan/gasol) på Södra Stambanan

Läckage av propan

Det faktum att en vagn lastad med farligt gods spårar ur leder oftast ej till en farligt godsolycka utan i de flesta fall håller tanken. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga tryckkärl vilka inte skadas lika lätt som tunnväggiga kärl (jämför brandfarlig vätska). Förutom tankens konstruktion är även miljön längs spåret viktig. Längs spårets aktuella del förekommer få utstickande objekt men det finns stolpar för kontaktledningen som kan skada en behållare. Sannolikheten för läckage av propan i samband med olycka ansätts till 0,01 [30].

$S_{\text{Läckage propan}} = 0{,}01$

Storlek på läcka

Vid en olycka med efterföljande läckage är storleken på läckaget avgörande för konsekvenserna. I aktuellt fall antas ett litet läckage (via punktering eller ventil) samt ett större läckage (punktering av tank eller rörbrott). De enskilda händelserna nedan reduceras med följande faktorer beroende på läckagestorlek.

$S_{\text{Litet läckage}} = 0{,}7$

$S_{\text{Stort läckage}} = 0{,}3$

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma.

Sannolikheten för direkt antändning beror på utsläppets storlek och kan ansättas till följande [37]:

$S_{\text{direkt antändning litet läckage}} = 0{,}1$

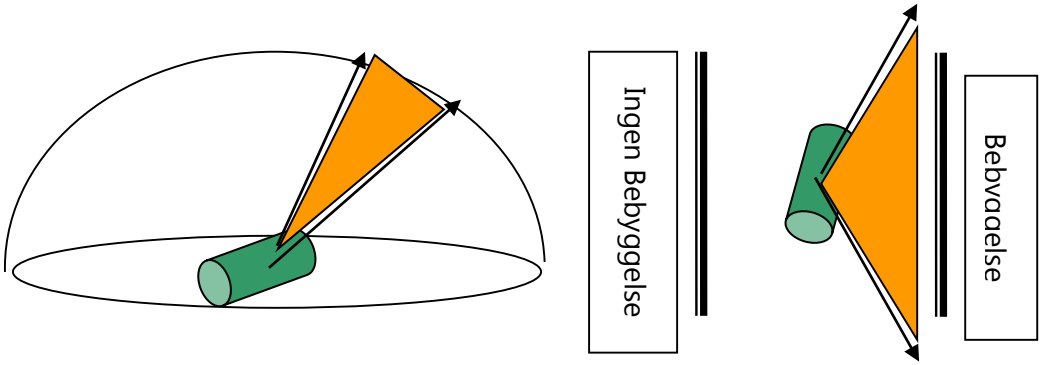
$S_{\text{direkt antändning stort läckage}} = 0{,}2$

Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken samt trycket i denna. Det krävs dessutom att flammans riktning är mot det aktuella området och med hänsyn både till den vertikala och till den horisontella riktningen. Vid en olycka bedöms sannolikheten vara störst för en skada på vagnens nedre delar och således sker läckaget i riktning nedåt eller åt sidan. Detta påverkar även jetflammans riktning. För att anta en rimlig sannolikhet att jetflamman är riktad mot bebyggelsen antas den påverkande zonen vara inom en vinkel på 20° i vertikalplanet (20°/360°) samt i horisontalplanet (135°/360°), se figur 31. Till

detta vägs sannolikheten att skadan sker på behållarens ovansida genom en ytterligare reduktion på 0,5 vilket anses mycket konservativt.

Sannolikheten för att jetbrand blir riktad in mot området ansätts till:

$S_{\text{jetbrand mot bebyggelse}}$ = 20/360 * 135/360 * 0,5 = 0,0104



Figur 31. Illustration av jetflammors utbredning vertikalt (till vänster) respektive horisontellt (till höger).

<u>Gasmolnsexplosion</u>
Om gasen vid ett läckage inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en *gasmolnsbrand* med diffusionsförbränning.
Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnsexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. För detta krävs som regel ett större läckage [37] men konservativt ansätts även en sannolikhet för mindre utsläpp. En gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

Sannolikheten för sen antändning sätts till:

$S_{\text{sen antändning litet läckage}}$ = 0,01
$S_{\text{sen antändning stort läckage}}$ = 0,5

För att gasmolnsexplosionen ska ge störst skada krävs det att gasmolnet driver mot planområdet. Detta antas ske när vindriktningen är mot området. Enligt vinddata i bilaga B ligger vinden mot området i ungefär 43 % av tiden. Sannolikheten för att spridning ska ske mot resp. från planområdet är således:

$S_{\text{spridning mot området}}$ = 0,43

$S_{\text{spridning bort från området}} = 0{,}57$

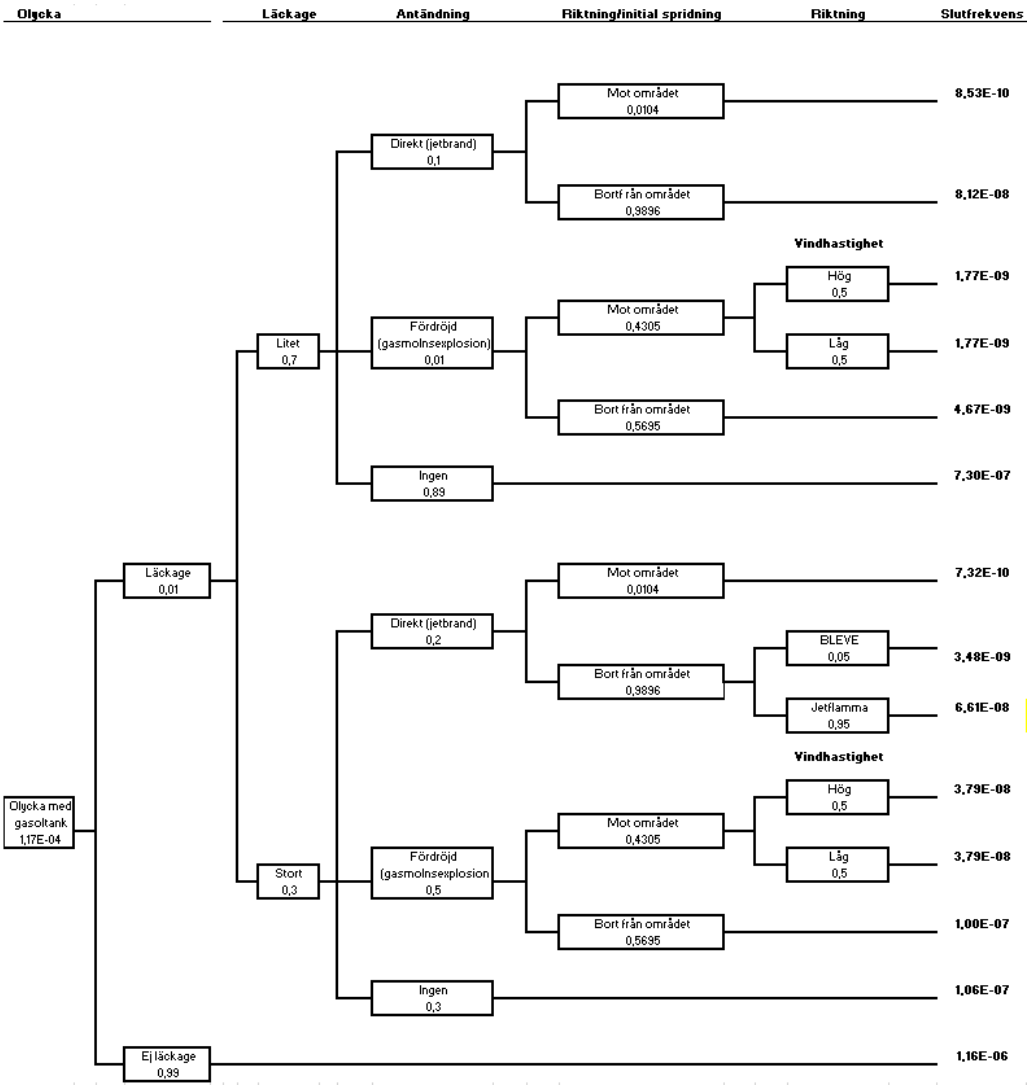
BLEVE

BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand under en längre tid. Vid antändningen bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd större läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska. Detta kräver i princip ett godståg med gasol i flera tankar samt direkt antändning av ett läckage i ena tanken (jetbrand). Dessutom krävs att jetflamman ligger an mot den andra tanken. En jetflamma vid litet läckage antas inte ge upphov till BLEVE. Vid risk för BLEVE på Södra Stambanan bedöms möjligheterna goda att evakuera närområdet då det tar ansenlig tid att hetta upp en tank. Detta beaktas dock inte vid beräkningar vilket är mycket konservativt.

Fallet med en jetbrand med riktning mot bebyggelsen enligt ovan anses inte kunna leda till BLEVE utan endast de fall där jetflamman strålar mot en annan tank. Konservativt antas sannolikheten att en annan tank påverkas av jetflamma till:

$S_{BLEVE} = 0{,}05$

I figur 32 redovisas händelseträd avseende utsläpp av brännbar gas för Södra Stambanan.



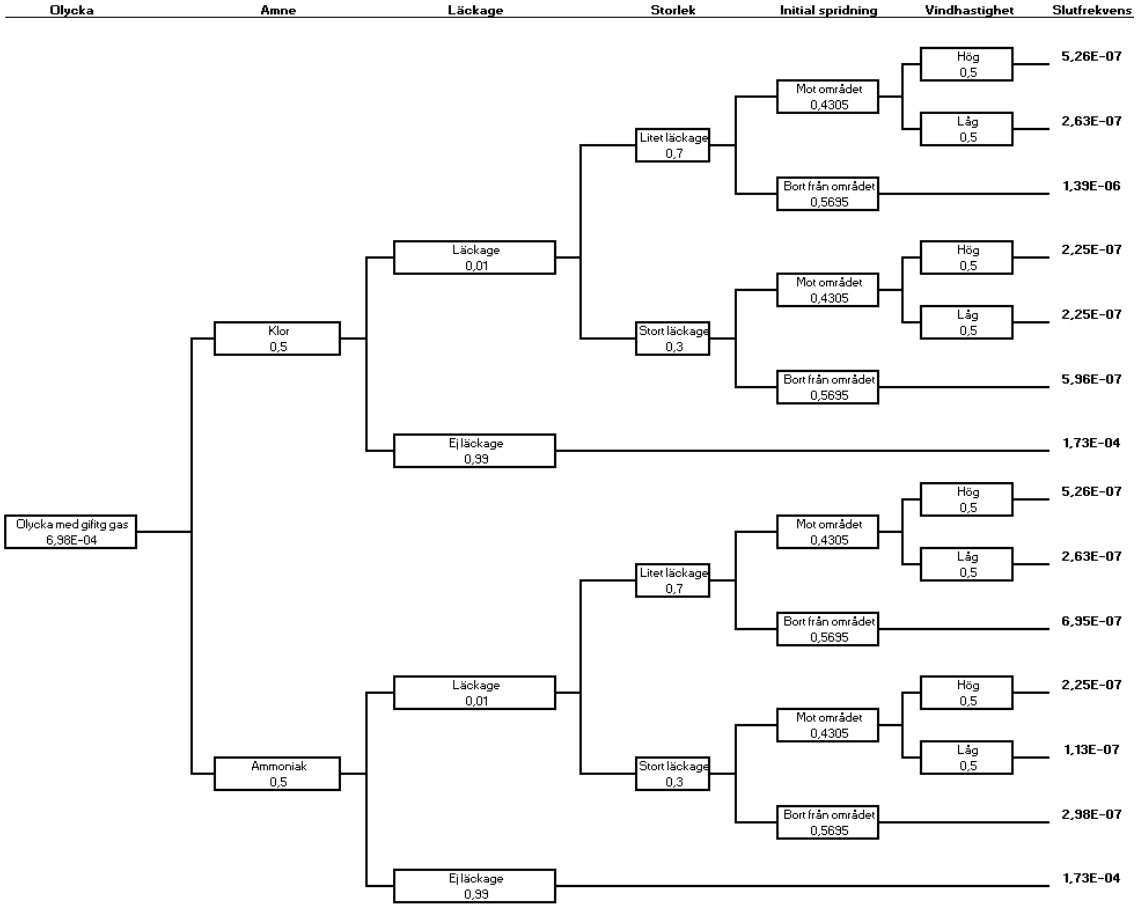
Figur 32. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp där en vagn med brännbar gas spårat ur på Södra Stambanan.

A9 – Olycka med läckage av giftig gas på Södra Stambanan

Vid en olycka med giftig gas ansätts samma sannolikheter som en olycka med brandfarlig gas avseende hålstorlek och initial spridning. Gasen antas utgöra klor eller ammoniak som är vanligt förekommande gaser med stora skadeområden. Sannolikheten för att godsvagnen ska innehålla respektive ämne ansätts till 0,5. Klor och svaveldioxid har liknande konsekvensområden.

$S_{läckage}$ = 0,01; $S_{Litet\ läckage}$ = 0,7; $S_{Stort\ läckage}$ = 0,3
$S_{spridning\ mot\ området}$ = 0,43

Sannolikhet för spridning mot området är lika med sannolikheten för vindriktning mot området, se bilaga B. I figur 33 redovisas händelseträdet avseende giftig gas för Södra Stambanan.



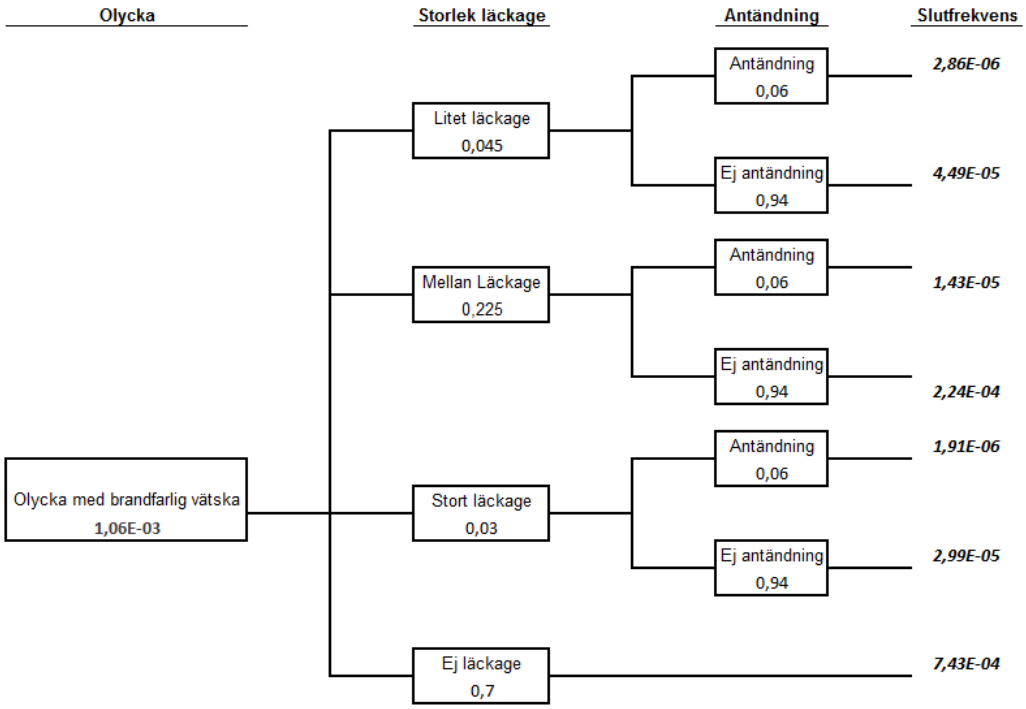
Figur 33. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp där vagn med giftig gas har spårat ur på Södra Stambanan.

A10 - Olycka med brandfarlig vätska på Södra Stambanan

Tankar för bensin etc. utförs för att klara transport av vätska under atmosfärstryck och sannolikheten att tanken skadas vid en olycka så att läckage sker, litet respektive stort, bedöms konservativt till 0,25 respektive 0,05 [38].

I värderingen av sannolikheter tas även hänsyn till att pölens storlek beror på ytorna i området. Järnvägen är upphöjd i förhållande till planområdet. Då det utanför de spår som används för transport av farligt gods finns spår för persontrafik kommer utbredningen av pölbränder att begränsas mot planområdet och dessutom markbeläggningen i närheten av spåret (genomtränglig) att något mindre pölar förväntas. För analysen antas det att olyckor kan ge en liten, mellanstor respektive stor pöl (20, 150m^2 respektive 300 m^2). Fördelningen mellan pölstorlekarna givet läckage sätts till 15%, 75% och 10% för liten, mellanstor respektive stor pöl. Sannolikheten för antändning givet läckage är enligt [37] 6 % oavsett läckagestorlek.

Detta ger ett händelseträd för olika potentiella händelser enligt figur 34 för Södra Stambanan.



Figur 34. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med brandfarlig vätska på Södra Stambanan.

Sammanfattningsvis blir det tre olika slutscenarier med potentiell skada på planområdet. Dessa sammanfattas i tabell 13.

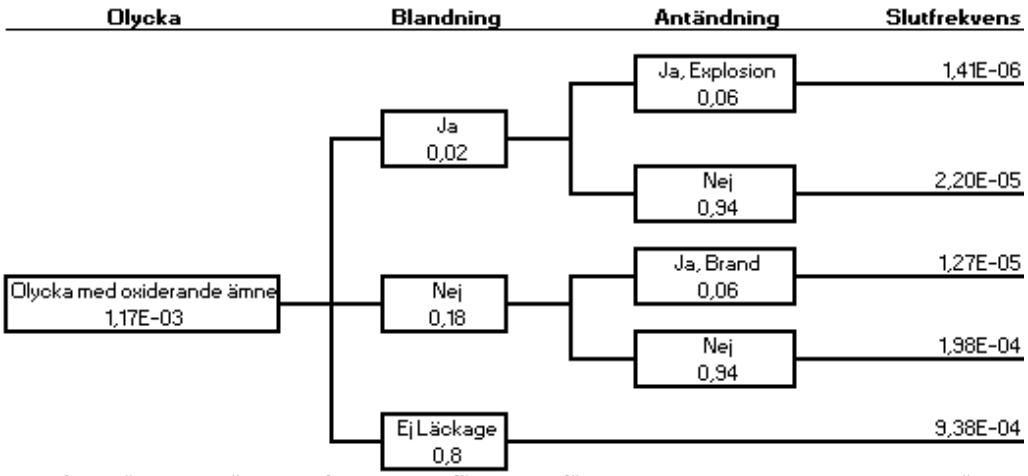
Tabell 13. Olycksscenarier Södra Stambanan klass 3 Brandfarliga vätskor

Scenario	Slutfrekvens från händelseträd	Frekvens efter avståndsskalning*
Liten pölbrand	2,86E-06	7,45E-08
Mellan pölbrand	1,43E-05	8,31E-07
Stor pölbrand	1,91E-06	1,57E-07

*Används för individriskberäkning, se avsnitt *Frekvensskalning individrisk*

A11 - Olycka med Oxiderande ämne på järnväg

Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen eller organiska peroxider medföra brand eller explosion. Explosion är möjligt vid de fall det oxiderande materialet sammanblandas organiskt material vid olyckan, exempelvis fordonets bränsle. Sannolikheten för läckage antas vara samma som vid läckage av farligt gods klass 3, dvs. 20%. Sannolikheten att lasten vid läckage sammanblandas med organiskt material i form av fordonets bränsle antas vara 20%. Sannolikheten för antändning sätts till densamma som för att antända en stor pöl av farligt gods klass 3, dvs 6 %. Med hjälp av dessa uppskattningar kan nu händelseträdet konstrueras enligt figur 35.

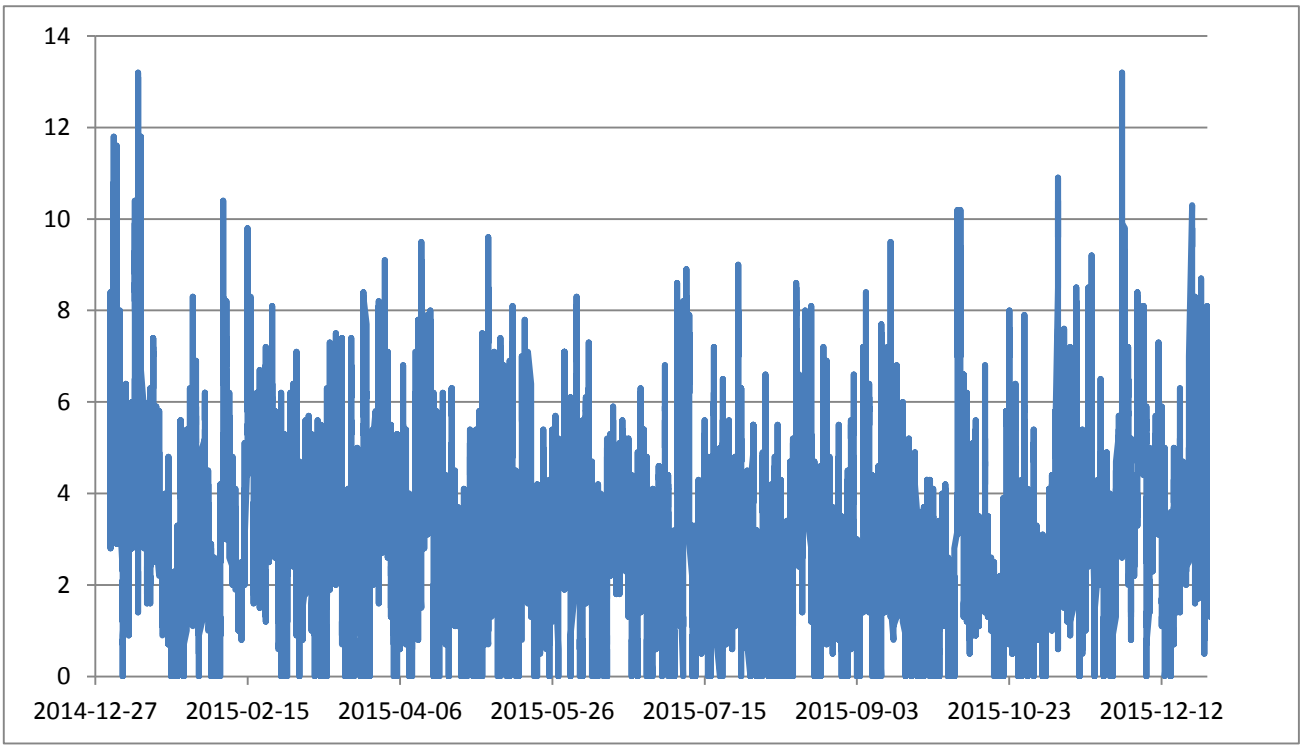


Figur 35. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med oxiderande ämne på Södra Stambanan.

Bilaga B – Väderdata

B1 Stabilitetsklass

Beräkningsmodellen använder sig av Pasquilles stabilitetsklasser. I beräkningarna har de två stabilitetsklasser som är vanligast i Malmö använts. Stabilitetsklass D som sannolikt uppkommer vid vindhastigheter över 3 m/s bedöms vara den vanligaste stabilitetsklassen i området under både dag- och nattetid. Stabilitetsklass F är också möjlig men denna förutsätter vindhastigheter under 2 m/s vilket är ovanligt i området. Diagrammet nedan, figur 36 visar fördelningen av vindstyrka under 2015. Figuren visar att vindhastigheten varierar kraftigt över året men vindhastigheter under 2 m/s och över 7 är ovanligt. Därmed bedöms stabilitetsklass C och D vara de vanligaste för området.



Figur 36. Vindhastigheter i Malmö under år 2015 [41] .Y-axeln redovisar vindhastigheter (timvärden) och x-axeln redovisar när under året.

B2 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningen. Väderdata från SMHI för året 2015 används, se ovan. Spridningen från en olycka blir värre i olyckans närhet om lägre värde används samtidigt som avståndet som koncentrationer når kan vara större vid höga vindhastigheter. För aktuellt planområde innebär detta att både låga och högre vindhastigheter ansätts,

beroende på att området har en relativt stor utbredning och människor förutsätts vara likformigt placerade på ytan. Figur 36 visar vindhastigheter per timme i området vilket medför att det kan utläsas noggrant hur vindhastigheterna varit i området. För att undersöka ett brett vindspektra inom projektet har det i analysen använts 2,0 m/s för svag vind och 7 m/s för stark vind. Sannolikheten för de två fallen ansätts till:

$S_{svag\ vind}$ = 0,5

$S_{stark\ vind}$ = 0,5

B3 Vindriktning

Vindriktningen inverkar vid spridning av giftig gas. Vid vindriktning bort från området bedöms ej personer som vistas på området kunna omkomma.

Följande vinddata har uppmätts för Malmö A under 2015 på mätningar av SMHI [41] (%):

	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Lugnt
Malmö A	2,8	4,3	10,5	10,5	9,6	18,7	24	12,9	6,7

Observera att värdena anger varifrån det blåser.

Kronetorpsvägen korsar i princip där område B och område C gränsar. Detta medför att det bedöms att giftiga gasutsläpp påverkar respektive sida vid 50 % av olyckorna. Även vid vindstilla samt längs med leden bedöms det därmed att något utav områdena påverkas.

Vindriktning mot område B: 50 %
Vindriktning mot område C: 50 %

$S_{mot\ området}$ = 0,50
$S_{från\ området}$ = 0,50

För Södra Stambanan blåser det mot planområdet vid vindriktning från N, NV, och V. Detta motsvarar ca: 40 % av fallen. Det blåser annars bort från planområdet. Frekvensen för vindstilla (lugnt) fördelas på båda fallen vilket ger:

Vindriktning mot området: 43,05 %
Vindriktning bort från området: 56,95 %

$S_{mot\ området}$ = 0,4305
$S_{från\ området}$ = 0,5695

Bilaga C – Konsekvensberäkningar

Inom aktuellt kapitel presenteras de beräkningar avseende konsekvenser som har utförts. Konsekvensberäkningarna avseende samhällsrisk redovisas utan åtgärder längst bak i kapitlet för respektive scenario.

C1 Olycka med klass 1 Explosivt ämne

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande tryckhöjning och den effekt den har på personerna i planområdet.

Människors skador utgörs i första hand av skador på trumhinnor, därefter påverkas lungor och andra inre organ och dödliga skador kan uppkomma. I tabell 14 nedan redovisas uppgifter på skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [42].

Tabell 14. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus.

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1% döda)	180
10% döda	210
50% döda	260
90% döda	300
99% döda	350

För individriskkurvan används värdet där 1 % förväntas omkomma, 180 kPa vilket är konservativt med en faktor 100.

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck och draglasters påverkan på bärverket. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i tabell 15. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa. För byggnadsstommar antas 20 kPa.

Tabell 15. Gränsvärden för skador på byggnadsstomme för olika konstruktioner.

Byggnadsmaterial	Trycktålighet
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegel- och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i "Yellow book" [43]. Det massexplosiva ämnet representeras av TNT, varvid massan TNT räknas om till

ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från gasmolnsexplosion beräknas därefter.

Vi söker därför den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT från nedanstående samband:

$$m_{gas} = \frac{m_{TNT} \cdot \Delta H_{d(TNT)}}{\Delta H_{c(gas)} \cdot Y}$$

Där
m_{gas} = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnsexplosion [kg]
m_{TNT} = massa TNT [kg]
ΔH_c(gas) = förbränningsvärme gas [J/kg]
ΔH_d(TNT) = förbränningsvärme TNT [J/kg]
Y = effektivitetsfaktor [-]

Effektivitetsfaktorn Y beror på gasens reaktivitetsgrad och anges i [43] till
Y = 0.2
ΔHc(CH4) = 5,6E+07 [J/kg]
ΔHd(TNT) = 4,19E+06 [J/kg]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt tabell 16.

Tabell 16. TNT-ekvivalenter av Metan.

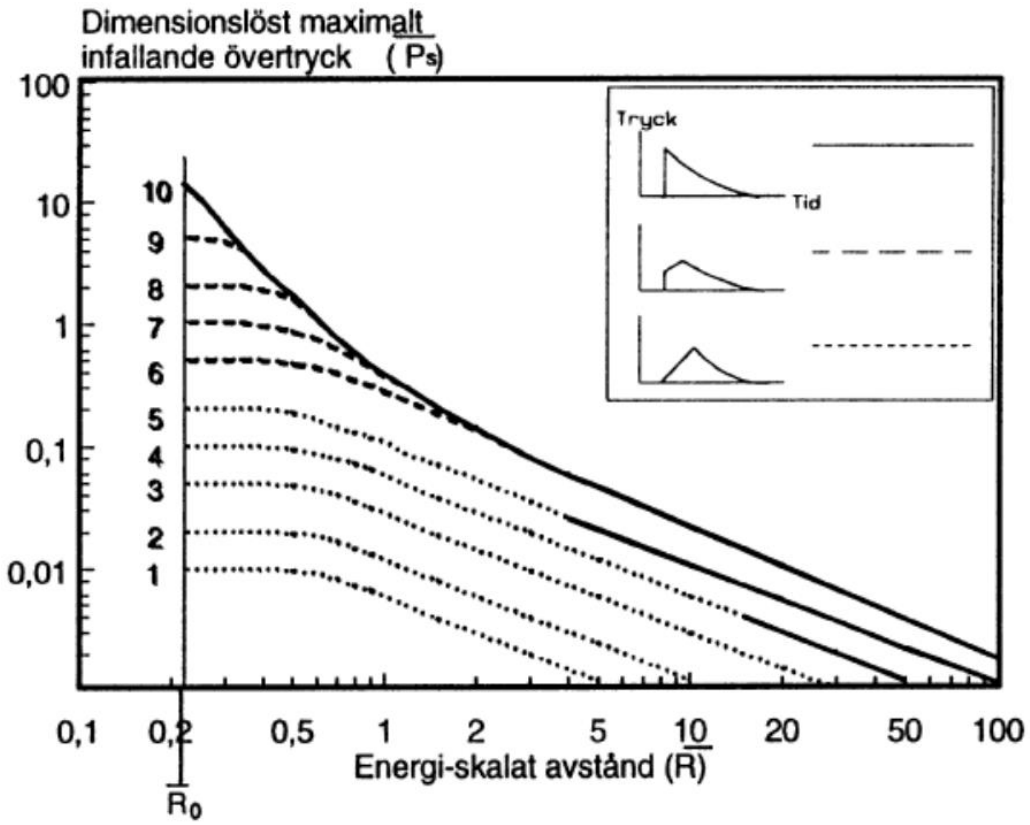
Massa TNT [Kg]	Massa CH4 [Kg]
20	7,5
16 000	5970

För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt formeln nedan [42].

$$\bar{R} = \frac{R}{(E/P_0)^{1/3}}$$

Där
$\bar{R}$ = Dimensionslöst avstånd [-]
R = Verkligt avstånd från explosionens centrum [m]
E = Energimängd i gasmolnet [J]
P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av figur 37 nedan [42].



Figur 37. Maximalt dimensionslöst tryck. För beräkningarna har detonationsklass 8 antagits då den motsvarar medelvärdet i den mest representativa formen på tryck-tidsambandet.

Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur figur 37 kan explosionsövertrycket bestämmas genom

$$\bar{P} = \frac{P_s}{P_0}$$

Där
$\bar{P}$ = Dimensionslöst tryck [-]
P_s = Explosionstryck [Pa]
P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Trycket beräknas för intervallen i tabell 17. Trycket beräknas för ytterkanten i respektive område och approximeras linjärt i intervallet.

Tabell 17. Potentiellt explosionsövertryck i området vid olycka med massexplosivt ämne.

Område	Explosionsövertryck	Område	Explosionsövertryck
	20 kg explosivämne		**16 000 kg explosivämne**
1-5 m	3000 kPa – 607 kPa	**1-40 m**	456 kPa – 456 kPa
5-15 m	607 kPa – 7 kPa	**40-65 m**	456 kPa – 180 kPa
		65-90 m	180 kPa – 38 kPa

Antalet döda i olycka med explosivämnen kan nu bestämmas genom att jämföra personbelastningen med de aktuella övertrycken i området, tabell 17 och gränsvärden för skador på människor från tabell 14.
Avståndet till 50% döda för 20 kg explosivämne sätts till 8 m för individrisken, medan nivån för 16 000kg beräknas till 65 m.

Tryck över 10 kPa antas få glas/fönsterrutor att gå sönder, tryck över 20 kPa kan få bärverk att kollapsa generellt. De husen som placeras närmast lederna bedöms bli nyare hus vilket medför att 40 kPa används vid beräkningarna. Byggnadsdelar som först exponeras för explosion antas absorbera en del av energin.

C2 Olycka med brandfarlig gas

Mängden brandfarlig gas i en järnvägsvagn antas till ca 45 ton [44]. Beräkningarna anses vara giltiga för både järnväg och olycka på motorväg. För motorvägen är detta konservativt då transporterade mängder är lägre än för en godsvagn på järnväg.

Vidare antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga lastbilar eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns och medför att antändning kan inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen än med andra gaser.

Två olika utsläppsstorlekar (för jetflamma och gasmoln) antas enligt följande:
- Litet - punktering (hålstorlek 0,1 x 0,002 m^2)
- Stort - medelstort hål (rektangelarea 0,1 x 0,01 m^2)

För respektive scenario beräknas, med simuleringsprogrammet *ALOHA*, konsekvenserna av de möjliga följdhändelserna vid tankbilsolycka med brandfarlig gas:
- jetflammans längd vid omedelbar antändning
- det brännbara gasmolnets volym
- BLEVE

För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. I beräkningarna antas att utsläppet sker nära vätskefas, då detta ger värden mellan det sämsta och bästa utfallen. De värsta konsekvenserna uppstår om utsläppet sker i vätskefasen.

De indata som använts i ALOHA för att simulera konsekvensområden för jetflamma, gasmoln och BLEVE presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Tankdiameter: 2 m
- Tanklängd: 15 m
- Tankfyllnadsgrad: 75 %
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och halvklart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Vindhastighet: 2 m/s, 7 m/s (endast 7 m/s för jetbrand)

För de olika olyckorna som har analyserats redovisas skadeområdet, alltså området inom vilka personer har bedömts omkomma vid respektive olycka i tabell 18.

Tabell 18. Skadeområdets utsträckning inom planområdet.

Händelse	Läckagestorlek	Antändning	Skadeområdets area (längd x bredd, meter x meter)
BLEVE	-	-	300 x 300
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (20mm)	Jetflamma	13 x 11
		Fördröjd gasmolnsexplosion 2 m/s	35 x 35
		Fördröjd gasmolnsexplosion 7 m/s	25 x 8
	Stort hål (100mm)	Jetflamma	67 x 23
		Fördröjd gasmolnsexplosion 2 m/s	90 x 100
		Fördröjd gasmolnsexplosion 7 m/s	56 x 20

C3 Olycka med giftig gas

Då klor är en av de giftigaste gaserna som transporteras på aktuell järnväg har denna gas använts i beräkningarna. Mängden giftig gas i en vagn/transport antas till ca 50 ton [44]. Observera att detta är mycket konservativt för transporter på motorväg samtidigt som det endast har en betydelse där mängden gas tar slut. Vid mindre utsläpp förbrukas nödvändigtvis inte all giftig gas inom aktuell undersökt tid. För att bestämma hur stor del av planområdet som utsätts för klorkoncentrationer/ammoniakkoncentrationer som kan vara dödliga används simuleringsprogrammet *Spridning-I-Luft*.

De indata som använts för att simulera konsekvensområden presenteras nedan:

- Kemikalie: Klor, ammoniak
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Beräknas för höjden 3 m
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och halvklart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Vindhastighet: 2 m/s, 7 m/s (endast 7 m/s för jetbrand)

100 % inom gasmolnets AEGL-3-avstånd antas omkomma och samtliga utanför molnet bedöms överleva. Detta antagande är extremt konservativt då detta motsvarar det värdet där någon kan dö och avståndet kommer därmed att korrigeras i efterhand genom att det halveras.

Vid beräkning av konsekvensområde för klor används AEGL-3 = 28 ppm.
Vid beräkning av konsekvensområde för ammoniak används AEGL-3 = 1600 ppm.

I tabell 19 och tabell 20 redovisas skadeområdet för olyckor med giftig gas för utsläpp av klor respektive ammoniak.

Tabell 19. Skadeområdets maximala utbredning för olika storlekar på gasläckor och vindstyrkor för klor.

Händelse	Vindstyrka (m/s)	Skadeområdets area l x b
Litet läckage (2,4 kg/s)	2	77 x 58
	7	80 x 30
Stort läckage (60 kg/s)	2	433 x 330
	7	483 x 170

Tabell 20. Skadeområdets maximala utbredning för olika storlekar på gasläckor och vindstyrkor för ammoniak.

Händelse	Vindstyrka (m/s)	Skadeområdets area l x b
Litet läckage (2,4 kg/s)	2	21 x 15
	7	18 x 15
Stort läckage (60 kg/s)	2	168 x 50
	7	103 x 50

C4 Olycka med klass 3 – brandfarlig vätska.

En pölbrand som uppstår kan skada människor dels genom att avge värmestrålning som ger brännskador och dels för att det vid förbränningen bildas giftiga gaser. Utomhus är dock den betydande faran värmestrålning, varför konsekvensberäkningar görs för detta. En hög värmestrålning kan även sprida branden till närliggande byggnader, medan byggnader på kort sikt utgör ett skydd mot direkt värmestrålning för personer som vistas inomhus.

Strålningen från pölen beräknas enligt beräkningsmodell från FOA [42]. Data har valts för bensin då bensin har högst energivärde och förbränningshastighet av de olika typer av bränsle som kan vara aktuella vilket gör beräkningen konservativ.

Konsekvenserna för tre storlekar på utsläpp som antänds har beräknats. Dessa storlekar har antagits utifrån förutsättningarna i marken att bilda pölar, se bilaga A om frekvensberäkningar. Ett stort läckage bedöms kunna ge en pölarea på 300m^2, ett mellanstort på 150m^2 och ett litet på 20m^2.

Följande data gäller för bensin [42]:

- Förbränningshastighet $b' = 0{,}048\ \frac{kg}{m^2 s}$
- Energivärde $h_c = 43{,}7 \cdot 10^6\ \frac{J}{kg}$

Vid en pölbrand med en cirkulär pöl approximeras flammans geometri med en cylinder där flammans diameter, d_f är lika stor som pölens diameter, d_p. Flammans höjd, h_f, kan beräknas enligt:

$$h_f = d_p \cdot 42 \cdot \left(\frac{b'}{\rho_a \sqrt{g \cdot d_p}}\right)^{0{,}61} \qquad formel\ B1$$

där b' = förbränningshastigheten i $\frac{kg}{m^2 s}$ enligt ovan,
ρ_a = luftens densitet = 1,29 $\frac{kg}{m^3}$
g = tyngdaccelerationen = 9,81 $\frac{m}{s^2}$

Denna formel gäller under förutsättning att 0,8 < h_f / d_f < 4.

Flamman kommer att fluktuera mycket och den höjd som beräknas är den genomsnittliga flamhöjden under brandförloppet. Då pölen antas vara är cirkulär och flamgeometrin en cylinder är $d_f = d_p$ och beräknas utifrån grundläggande cirkelgeometri. Detta ger $d_f = d_p \approx$ 14 m för en pölbrand om 150 m^2 respektive 19,5 m för en pölbrand om 300 m^2.

Strålningen per ytenhet från flamman beräknas enligt:

$$P = \frac{0{,}35 \cdot b' \cdot h_c}{1 + 4h_f / d_f} \qquad formel\ B2$$

där h_c = energivärdet i $\frac{J}{kg}$ enligt ovan. Faktorn 0,35 utgör den andel av den totala energin som omsätts till strålningsvärme.

Vidare beräknas strålningen från en ideal svartkropp blir enligt Stefan-Boltzmanns lag:

$$P_s = \sigma \cdot T^4 \qquad formel\ B3$$

Där
P_s = utstrålad effekt [$\frac{W}{m^2}$],
σ = 5,67*10-8 [$\frac{W}{m^2K^4}$] (Stefan-Boltmanns konstant) och
T = temperaturen [K].

Approximationen med en svart kropp som strålar ger konservativa. Vid större pölbränder antas strålningen normalt ha sitt ursprung i flammas mitt och här ligger emissionsfaktorn (ε) nära 1 varför denna approximation anses rimlig. Närmare flammans mantelyta minskar emissiviteten snabbt. En beräkning baserad på att all strålning kommer från flammans mitt är därför konservativt.

Värmestrålningen från en yta 1 som faller in mot en yta 2 på ett visst avstånd kan då beräknas som:

$$P_{12} = P_1 \cdot \tau_a \cdot F_{12} \qquad formel\ B4$$

Där P_{12} = infallande strålning från 1 till 2 [$\frac{W}{m^2}$],
P_1 = strålningen från yta 1 [$\frac{W}{m2}$]
F_{12} = vinkelkoefficienten för 1 mot 2.

Den atmosfäriska tranmissionsförmågan, τ_a, har att göra med det faktum att den utsända strålningen delvis absorberas av luften mellan strålkällan och mottagaren. Den atmosfäriska transmissionsförmågan kan skrivas enligt:

$$\tau_a = 1 - \alpha_w - \alpha_c \qquad formel\ B5$$

Där α_w = absorptionsfaktorn för vattenånga och α_c = absorptionsfaktorn för koldioxid.

Båda faktorerna beror på respektive ämnes partialtryck, längden som strålningen färdas från den strålande ytan till mottagaren, strålningens temperatur och omgivningens temperatur. α_w och α_c bestäms grafiskt utifrån flamtemperaturen och partialtryck från figur 11.2 i [42].

Vinkelkoefficienten (F) definieras som den andelen av strålningen från en yta i alla riktningar som träffar en annan yta (vid fullständig transmissionsförmåga). Den är en rent geometrisk faktor som kan bestämmas för varje ytkonfiguration. Vinkelkoefficienten bestäms grafiskt för en cylinder från figur 11.4 i [42].

Beräkningar utförs vidare utifrån ovanstående förutsättningar för de tre olika pölareorna.

Flamhöjd enligt formel B1, utfallande strålning enligt formel B2 och temperatur enligt B3, resultaten samlas i tabell 21.

Tabell 21. Initial egenskapsberäkning för pölbrand.

Pölbrandsarea	Flamhöjd (m)	Utfallande strålning (kW/m^2)	Temperatur på den strålande ytan/flammans mitt (K)
20 m^2	8,7	93,4	1133
150 m^2	17,4	121,4	1209
300 m^2	22,2	132,5	1236

Mättad vattenångas tryck vid 100 % luftfuktighet och 20 °C är p_w = 2340 Pa. Luftfuktighet på 50 % antas vilket ger p_w = 1170 Pa. Absorptionsfaktorer och transmissionsförmåga bestäms för detta värde i kombination med flammans temperatur. Utifrån höjden på flammorna, pölens radie och avståndet till mottagaren bestäms ett antal olika vinkelkoefficienter. Värmestrålning på olika avstånd beräknas sedan enligt formel B4.

Skadenivån bestäms förutom av strålningsnivån även av strålningens varaktighet. För beräkning av skador på människor redovisas i tabell 22 nedan en varaktighet på 10 s som en rimlig tid tills man satt sig i säkerhet.

Sambandet mellan strålningens varaktighet och skador på människan beskrivs av probitfunktionen $\mathrm{t} * \mathrm{P}\frac{4}{3}$. Om denna tidsvägda strålningsdos är över $3 \cdot 10^6$ finns en risk för 2:a gradens brännskador. Risken ökar sedan exponentiellt med ökad strålning. Sannolikheten för andra gradens brännskador utläses sedan ur figur 11.9 i [42].

Klädsel påverkar personskador från värmestrålningen. Det är endast bar hud som skadas vid kortvarig exponering. Den andel av människokroppen som är oskyddad vid normalt påklädda personer (huvud, nacke, händer och underarmar) är ca 20 %. Även om 20 % av kroppen får brännskador kan man räkna med att ca 15 % av befolkningen med en jämn åldersfördelning dör av skadorna [42]. Således beräknas först andelen som får andra gradens brännskador, därefter antas 15 % av dessa omkomma av skadorna.

Beräkningsresultat sammanställs i tabell 22 nedan.

Tabell 22. Beräkningsresultat strålning och konsekvens av pölbrand.

Brand	Avstånd från flamfront [m]	α_w	α_c	τ_a	F_{max}	P12 [kW/m²]	$t * P^{\frac{4}{3}} * 10^6$ [s(W/m²)^4/3]	2:a gradens brännskada [%]	Andel döda [%]
20 m²	0	0	0	1	1	91,86	41,45	100	15
	5	0,092	0,0148	0,893	0,32	26,26	7,8	45	7
	7,5	0,112	0,0176	0,87	0,215	17,19	4,43	3	0,45
	9	0,125	0,0196	0,85	0,15	11,78	2,68	0	0
150 m²	0	0	0	1	1	119,45	58,83	100	15
	10	0,13	0,02	0,85	0,46	46,7	16,82	95	14
	20	0,17	0,0266	0,8	0,17	16,39	4,16	2	0,3
	24	0,177	0,028	0,795	0,129	12,25	2,82	0	0
300 m²	0	0	0	1	1	130,36	66,10	100	15
	20	0,171	0,0266	0,80	0,269	28,14	8,56	56	8,4
	30	0,194	0,0308	0,775	0,15	15,16	3,75	1,5	0,2
	33	0,199	0,032	0,7689	0,12	12,47	2,89	0	0

Sammanfattningsvis kan följande konstateras utifrån beräkningarna, med konsekvensavståndet taget konservativt, se tabell 23.

Tabell 23. Konsekvensavstånd för pölbrand.

	Pölbrand 20 m²	Pölbrand 150 m²	Pölbrand 300 m²
Konsekvensavstånd från flamfront	7,5 m	22 m	31 m
Konsekvensavstånd från pölbrandens centrum	13 m	29 m (27 m)	41 m (36 m)

Konsekvensavståndet är beräknat som det avstånd då strålningsnivån understiger 15 kW/m², vilket även kan antända byggnadsdelar som ligger inom konsekvensavståndet. Som jämförelse kan sägas att Boverkets byggregler [45] kräver att en byggnad som antänds inte vid någon tidpunkt ska stråla med högre än 15 kW/m² på intilliggande byggnader under ett 30 minuters brandförlopp.

Med hänsyn till de korta avstånden som erhålls från den mindre pölbränden bedöms dessa ej påverka området då tåg framförs på järnvägssidan bort från planområdet. Därmed kan frekvensen för de mindre (liten/mellan) halveras beroende på hur långt avståndet är till bebyggelse. För grundscenarierna

kommer det antas att pölbränder alltid sker i det körfält/järnvägsspår som gränsar mot planområdet för att erhålla en analys som bedöms konservativ.

Vid beräkningar från pölbrandens centrum bedöms det att pölbrandens centrum placeras precis vid vägkanten för att området ska påverkas 13/29/41 m in i planområdet. För att detta ska kunna ske krävs det att ytorna kring väg/järnväg ska vara av sådant material att en brandfarlig vätska ska sprida sig mot området, med hänsyn till hur aktuellt område är utformat bedöms det snarare rimligt att en pölbrand stannar på väg/järnväg då ytorna längs med lederna är utförda med vegetation i form av gräs/jord.

För att ta hänsyn till ovanstående resonemang kommer leder som uppfyller dessa villkor att korrigeras så att en pölbrand endast bedöms sprida sig maximalt 5 m från vägkant, se dessa avstånd inom parentes i tabell 23). För Kronetorpsvägen utförs ej denna korrigering då vägavsnitt ansluts där pölbränder kan sprida sig längre ut.

C5 Olycka med klass 5 – oxiderande ämne.

De två konsekvenserna av olycka med klass 5 – oxiderande ämne är pölbrand och explosion. Tillgången på organiskt material som ämnet kan reagera med antas vara begränsat till mängden drivmedel i fordonet, vanligen inte mer än 400 kg.

Pölbrand

Pölbrand antas ge samma konsekvenser som en medelstor pölbrand från farligt gods klass 3. För konsekvensberäkning se avsnitt C4.

Explosion

Explosionsförloppet approximeras till detsamma för en mindre explosion av farligt gods klass 1. För konsekvensberäkning se bilaga C1.

C6 Sammanfattning samhällsrisk utan åtgärder

Nedan presenteras del av underlag för de samhällsriskberäkningar som har utförts.

Tabell 24. Samhällsriskunderlag boende Södra Stambanan

Utsläpp	Tid	Frekvens	Antal döda
BLEVE	Natt	2,0E-09	972
Klor läckage stort låg vind	Dag	9,9E-08	765
BLEVE	Dag	1,5E-09	476
Klor läckage stort låg vind	Natt	1,3E-07	89
Klor läckage stort hög vind	Natt	1,3E-07	51
Klor läckage stort hög vind	Dag	9,9E-08	42
Stor mängd fordon antänder	Natt	2,0E-10	5
Ammoniak läckage stort låg vind	Natt	6,3E-08	5
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Natt	2,1E-08	5
Stor mängd fordon antänder ej	Natt	3,9E-09	4
Stor mängd fordon antänder	Dag	1,5E-10	4
Ammoniak läckage stort låg vind	Dag	4,9E-08	4
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Dag	1,7E-08	4
Stor mängd fordon antänder ej	Dag	3,0E-09	3
Ammoniak läckage stort hög vind	Natt	1,3E-07	3
Ammoniak läckage stort hög vind	Dag	9,9E-08	2
Klor läckage litet låg vind	Natt	1,5E-07	2
Klor läckage litet låg vind	Dag	1,1E-07	2
Klor läckage litet hög vind	Natt	3,0E-07	1
Stor pölbrand	Natt	1,1E-06	1
Klor läckage litet hög vind	Dag	2,3E-07	1
Stor pölbrand	Dag	8,4E-07	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Natt	2,1E-08	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Natt	9,9E-10	0
Mellan pölbrand	Natt	8,1E-06	0
Blandning brand	Natt	7,1E-06	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Dag	1,7E-08	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Dag	7,7E-10	0
Mellan pölbrand	Dag	6,3E-06	0
Blandning brand	Dag	5,5E-06	0
Gasol stort utsläpp jetbrand	Natt	4,1E-10	0
Gasol stort utsläpp jetbrand	Dag	3,2E-10	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Natt	1,5E-07	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Natt	9,9E-10	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Dag	1,1E-07	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Dag	7,7E-10	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Natt	3,0E-07	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Dag	2,3E-07	0

Tabell 25. Samhällsriskunderlag badhus Södra Stambanan

Utsläpp	Tid	Frekvens	Antal döda
BLEVE	Öppettider	2,1208E-09	83
BLEVE	Tävlingar	3,3839E-11	83
Klor läckage stort hög vind	Tävlingar	2,1897E-09	83
Klor läckage stort låg vind	Öppettider	1,3724E-07	83
Klor läckage stort låg vind	Tävlingar	2,1897E-09	83
Stor mängd fordon antänder	Tävlingar	3,4194E-12	73
Klor läckage stort hög vind	Öppettider	1,3724E-07	68
Ammoniak läckage stort låg vind	Tävlingar	1,0948E-09	63
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Tävlingar	3,6802E-10	62
Stor mängd fordon antänder ej	Tävlingar	6,7705E-11	55
Ammoniak läckage stort hög vind	Tävlingar	2,1897E-09	40
Klor läckage litet låg vind	Tävlingar	2,5546E-09	34
Klor läckage litet hög vind	Tävlingar	5,1093E-09	22
Stor pölbrand	Tävlingar	1,8567E-08	21
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Tävlingar	3,6802E-10	12
Stor mängd fordon antänder	Öppettider	2,1431E-10	12
Ammoniak läckage stort låg vind	Öppettider	6,8618E-08	12
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Öppettider	2,3065E-08	12
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Tävlingar	1,7174E-11	11
Mellan pölbrand	Tävlingar	1,3926E-07	11
Blandning brand	Tävlingar	1,231E-07	11
Stor mängd fordon antänder ej	Öppettider	4,2433E-09	10
Ammoniak läckage stort hög vind	Öppettider	1,3724E-07	7
Klor läckage litet låg vind	Öppettider	1,6011E-07	6
Gasol stort utsläpp jetbrand	Tävlingar	7,1124E-12	5
Klor läckage litet hög vind	Öppettider	3,2022E-07	3
Stor pölbrand	Öppettider	1,1637E-06	3
Ammoniak läckage litet låg vind	Tävlingar	2,5546E-09	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Öppettider	2,3065E-08	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Tävlingar	1,7174E-11	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Öppettider	1,0764E-09	1
Mellan pölbrand	Öppettider	8,7277E-06	1
Blandning brand	Öppettider	7,7151E-06	1
Ammoniak läckage litet hög vind	Tävlingar	5,1093E-09	1
Gasol stort utsläpp jetbrand	Öppettider	4,4576E-10	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Öppettider	1,6011E-07	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Öppettider	1,0764E-09	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Öppettider	3,2022E-07	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Stängt	6,7294E-10	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Stängt	6,7294E-10	0
Gasol stort utsläpp jetbrand	Stängt	2,7869E-10	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Stängt	1,442E-08	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Stängt	1,442E-08	0
BLEVE	Stängt	1,3259E-09	0
Mellan pölbrand	Stängt	5,4566E-06	0
Stor pölbrand	Stängt	7,2754E-07	0
Klor läckage litet hög vind	Stängt	2,002E-07	0
Klor läckage litet låg vind	Stängt	1,001E-07	0
Klor läckage stort hög vind	Stängt	8,58E-08	0
Klor läckage stort låg vind	Stängt	8,58E-08	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Stängt	2,002E-07	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Stängt	1,001E-07	0
Ammoniak läckage stort hög vind	Stängt	8,58E-08	0
Ammoniak läckage stort låg vind	Stängt	4,29E-08	0
Stor mängd fordon antänder	Stängt	1,3399E-10	0
Stor mängd fordon antänder ej	Stängt	2,6529E-09	0
Blandning brand	Stängt	4,8235E-06	0

Tabell 26. Samhällsriskunderlag boende E6/E20

Utsläpp	Tid	Frekvens	Antal döda
Klor läckage stort låg vind	Nattid	8,4809E-08	118
Klor läckage stort låg vind	Dagtid vardagar	6,5962E-08	76
Klor läckage stort hög vind	Nattid	8,4809E-08	68
Klor läckage stort hög vind	Dagtid vardagar	6,5962E-08	43
Stor mängd fordon antänder	Nattid	7,4231E-10	9
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Nattid	8,4809E-08	7
Stor mängd fordon antänder ej	Nattid	1,4698E-08	7
Ammoniak läckage stort låg vind	Nattid	4,2404E-08	7
Stor mängd fordon antänder	Dagtid vardagar	5,7735E-10	5
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Dagtid vardagar	6,5962E-08	5
Stor mängd fordon antänder ej	Dagtid vardagar	1,1432E-08	4
Ammoniak läckage stort låg vind	Dagtid vardagar	3,2981E-08	4
Ammoniak läckage stort hög vind	Nattid	8,4809E-08	4
Klor läckage litet låg vind	Nattid	1,9789E-07	4
Ammoniak läckage stort hög vind	Dagtid vardagar	6,5962E-08	3
Stor pölbrand	Nattid	1,1417E-05	2
Klor läckage litet låg vind	Dagtid vardagar	1,5391E-07	2
Klor läckage litet hög vind	Nattid	1,9789E-07	2
Stor pölbrand	Dagtid vardagar	8,8797E-06	2
Mellan pölbrand	Nattid	8,5625E-05	1
Blandning brand	Nattid	1,0689E-07	1
Klor läckage litet hög vind	Dagtid vardagar	1,5391E-07	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Nattid	3,9577E-09	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Nattid	8,4809E-08	1
Mellan pölbrand	Dagtid vardagar	6,6597E-05	1
Blandning brand	Dagtid vardagar	8,3139E-08	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Dagtid vardagar	3,0782E-09	1
Gasol stort utsläpp jetbrand	Nattid	3,088E-09	1
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Dagtid vardagar	6,5962E-08	1
Gasol stort utsläpp jetbrand	Dagtid vardagar	2,4018E-09	0
Liten pölbrand	Nattid	1,7125E-05	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Nattid	9,8944E-08	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Nattid	1,9789E-07	0
Liten pölbrand	Dagtid vardagar	1,3319E-05	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Dagtid vardagar	7,6956E-08	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Nattid	3,9577E-09	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Dagtid vardagar	1,5391E-07	0
Gasol litet utsläpp jetbrand	Nattid	3,6027E-09	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Dagtid vardagar	3,0782E-09	0
Gasol litet utsläpp jetbrand	Dagtid vardagar	2,8021E-09	0
Gasol litet utsläpp jetbrand	Helger dagtid	9,1588E-10	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp hög vind	Helger dagtid	1,0061E-09	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol litet utsläpp låg vind	Helger dagtid	1,0061E-09	0
Gasol stort utsläpp jetbrand	Helger dagtid	7,8504E-10	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp hög vind	Helger dagtid	2,156E-08	0
Fördröjd gasmolnsbrand gasol stort utsläpp låg vind	Helger dagtid	2,156E-08	0
Liten pölbrand	Helger dagtid	4,3536E-06	0
Mellan pölbrand	Helger dagtid	2,1768E-05	0
Stor pölbrand	Helger dagtid	2,9024E-06	0
Klor läckage litet hög vind	Helger dagtid	5,0307E-08	0
Klor läckage litet låg vind	Helger dagtid	5,0307E-08	0
Klor läckage stort hög vind	Helger dagtid	2,156E-08	0
Klor läckage stort låg vind	Helger dagtid	2,156E-08	0
Ammoniak läckage litet hög vind	Helger dagtid	5,0307E-08	0
Ammoniak läckage litet låg vind	Helger dagtid	2,5154E-08	0
Ammoniak läckage stort hög vind	Helger dagtid	2,156E-08	0
Ammoniak läckage stort låg vind	Helger dagtid	1,078E-08	0
Stor mängd fordon antänder	Helger dagtid	1,8871E-10	0
Stor mängd fordon antänder ej	Helger dagtid	3,7365E-09	0
Blandning brand	Helger dagtid	2,7174E-08	0