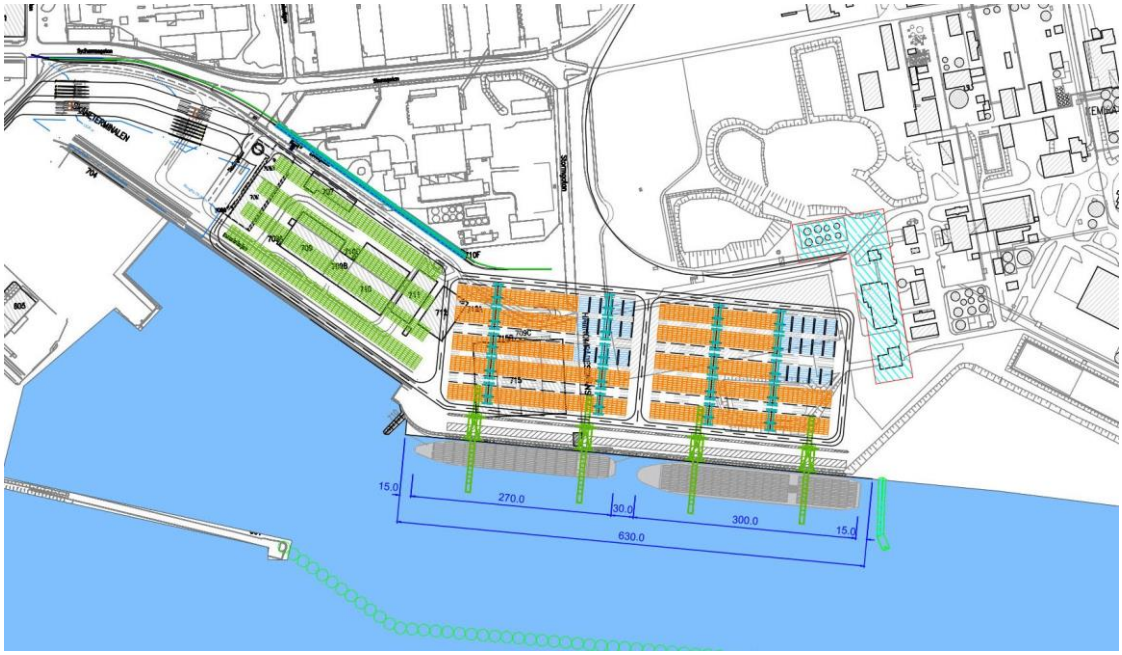
Riskutredning
Helsingborgs Hamn

Riskutredning för ny containerterminal HHAB



Sammanfattning

En omlokalisering av Helsingborgs Hamn planeras vilket medför krav på nytt miljötillstånd samt en ny detaljplan. Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av Helsingborgs Hamn att utföra en riskutredning för den nya placeringen av containerterminalen för att undersöka förändrade risknivåer i samband med etableringen.

I denna rapport redogörs riskbilden för personer inom verksamheten samt personer i närområdet med hänsyn till olycksrisker förknippade med hantering farliga ämnen inom anläggningen inklusive transporter av farligt gods till och från anläggningen.

De dimensionerande riskerna inom verksamheten har bedömts till följande:

- Antändning av explosiva ämnen inom nya containerterminalen
- Utsläpp och antändning av brandfarlig gas inom nya containerterminalen
- Utsläpp av giftig gas inom nya containerterminalen
- Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring av fartyg vid kaj
- Trafikolycka där fordon inom verksamheten skenar in i Kemiras väteperoxidanläggning

Genomförd riskutredning för ny containerterminal visar att risknivåerna för personer i omgivningen bedöms vara acceptabla. Denna bedömning görs under förutsättning att de riskreducerande åtgärdsförslagen presenterade i denna rapport implementeras och gäller under de förutsättningar i övrigt som beskrivs i denna rapport.

Förutsatt att riskreducerande åtgärder presenterade i denna rapport implementeras bedöms den sammanvägda risken, med avseende på sannolikhet och konsekvens, från planerad verksamhet ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder. Tredje person bedöms inte utsättas för oacceptabel risk från vare sig verksamheten eller eventuella transporter med farligt gods till och från anläggningen.

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Riskutredning HHAB
Uppdragsnummer	30043447
Kund	Helsingborgs Hamn
Datum	2023-11-30
Upprättad av	Oskar Zubac
Godkänd av	Egzon Haliti

Innehållsförteckning

1. Inledning ... 6
   1.1 Uppdragsbeskrivning ... 6
   1.2 Syfte och mål ... 6
   1.3 Kvalitetsplan ... 6
   1.4 Omfattning ... 6
   1.5 Avgränsning ... 7

2. Metod ... 8
   2.1 Kortfattad metod ... 8
   2.2 Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen ... 8
   2.3 Metod för riskidentifiering ... 9
   2.4 Metod för riskuppskattning ... 9
   2.5 Metod för riskvärdering ... 12
   2.6 Hantering av osäkerheter ... 14

3. Verksamhets- och områdesbeskrivning ... 15
   3.1 Containerterminalen ... 15
   3.2 Hantering av farliga ämnen ... 17
   3.3 Omgivning ... 18
      3.3.1 Vindförhållanden ... 19
      3.3.2 Persontäthet i närområdet ... 19

4. Riskidentifiering ... 20
   4.1 Uppställt gods ... 20
   4.2 Lastning/lossning av containers/gods ... 20
   4.3 Trafikolycka inom området ... 21
   4.4 Olycka på/vid fartyg ... 21
      4.4.1 Bunkring av fartyg ... 21
      4.4.2 Utsläpp från fartyg ... 22
   4.5 Storskalig brand inom anläggningen ... 22
   4.6 Närliggande verksamheter ... 23
      4.6.1 Kemira ... 23
      4.6.2 Energihamnen ... 23
      4.6.3 Bostik ... 23
      4.6.4 Upfield ... 24
      4.6.5 Lantmännen ... 24
   4.7 Transport av farlig gods via järnväg och väg ... 24
   4.8 Antagonistiska handlingar ... 26
   4.9 Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna ... 26

5. Riskuppskattning och värdering ... 27
   5.1 Förutsättningar ... 27
   5.2 Kvalitativ riskskattning ... 27
   5.3 Dimensionerande risker ... 31
      5.3.1 A - Antändning av explosiva ämnen ... 32
      5.3.2 B – Utsläpp och antändning av brandfarlig gas ... 34

5.3.3 C - Utsläpp av giftig gas ... 36
5.3.4 D - Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring ... 38
5.3.5 E – Trafikolycka med fordon som skenar in i Kemiras väteperoxidfabrik ... 40
5.4 Farligt gods transporter till och från verksamheten ... 40
5.4.1 Individrisk ... 40
5.4.2 Samhällsrisk ... 43
5.5 Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering ... 44
6. Känslighetsanalys ... 45
7. Riskreducerande åtgärdsförslag ... 47
8. Slutsats ... 56
9. Referenser ... 57
10. Bilaga A – Beräkningar ... 59
10.1 Förutsättningar - Väder och vind ... 59
10.2 Sannolikhetsbedömningar - Farligt gods på järnväg ... 60
10.2.1 Olycka med farligt gods på järnväg ... 61
10.2.2 Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – RID-klass 1 ... 63
10.2.3 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1 64
10.2.4 Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3 ... 66
10.2.5 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3 67
10.2.6 Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – RID-klass 5 ... 68
10.3 Sannolikhetsbedömningar – Farligt gods på väg ... 69
10.3.1 Olycka med farligt gods på väg ... 69
10.3.2 Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1 ... 70
10.3.3 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1 72
10.3.4 Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3 ... 74
10.3.5 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3 75
10.3.6 Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5 ... 77
10.4 Konsekvensbedömningar ... 78
10.4.1 Skadekriterier ... 78
10.5 Samhällsrisk ... 79
11. Bilaga B – Sammanställning av riskidentifiering och riskskattning ... 81

1. Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

En omlokalisering av Helsingborgs Hamn planeras vilket medför krav på nytt miljötillstånd samt en ny detaljplan. Sweco Sverige AB har fått i uppdrag av Helsingborgs Hamn att utföra en riskutredning för den nya placeringen av containerterminalen som del av tillståndsansökan. Riskutredningen kommer även att utgöra underlag för den nya detaljplanen. Rapporten är upprättad av Oskar Zubac och intern kvalitetsgranskning har gjorts av Alexander Lauge Pedersen.

I denna rapport redogörs riskbilden för personer i närområdet och miljön, med hänsyn till olycksrisker förknippade med verksamheten som planeras att bedrivas samt externa riskkällor. Riskutredningen utgår ifrån planerad etablering och avser utgöra ett underlag för att möjliggöra föreslagen etablering.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att beakta riskhanteringsprocessen för den nya placeringen av containerterminal och utreda risker för personer i omgivningen och miljön.

Målet är att genom en riskutredning presentera en riskbild för den nya etableringen baserat på de beaktade riskkällorna. Utifrån detta är målet att bedöma huruvida den bedömda risknivån kan anses acceptabel eller inte, samt att vid behov presentera riskreducerande åtgärder som erfordras för att erhålla en acceptabel risknivå.

1.3 Kvalitetsplan

SWECO Brand- och Riskteknik är certifierade enligt bland annat ISO 9001, där rutiner finns för fortlöpande gransknings- och kontrollarbete. Kvalitetskontroll har för denna dokumentation gjorts i form av egenkontroll och intern kvalitetsgranskning.

1.4 Omfattning

Denna riskutredning omfattar följande delmoment:

- Verksamhets- och områdesbeskrivning
- Riskidentifiering
- Riskuppskattning
- Riskvärdering

- Känslighetsanalys
- Riskreducerande åtgärdsförslag

Det resultat som presenteras i riskutredningen gäller under de förutsättningar som specificeras i rapporten. Vid ändrade förutsättningar kan denna riskutredning behöva revideras.

1.5 Avgränsning

De risker som beaktats är plötsliga olyckor som kan innebära livshotande konsekvenser för personer i omgivningen eller inom verksamheten samt miljörisker. I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, extraordinära händelser eller långtgående dominoeffekter. Övriga hälsorisker, som exempelvis buller eller utsläpp av avgaser, utreds inte i denna riskutredning.

Denna riskutredning hanterar inte Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor, detta kommer att hanteras i senare tillståndskede.

2. Metod

2.1 Kortfattad metod

Risk-workshop har genomförts tillsammans med representanter från verksamheten, närliggande verksamhet (Kemira), projektets MKB- och detaljplansorganisationen från Helsingborgs stad. Under workshop har risker identifierats och analyserats kvalitativt med avseende på sannolikhet och konsekvens. Riskerna har skattats utifrån deras sannolikhet och konsekvens utifrån riskmatris för vådahändelser samt medföljande riskkriterier från Intressentförening för processäkerhet (IPS, 2021). De risker inom verksamheten som har skattats till ett högre riskvärde med avseende på kombinationen av den bedömda sannolikheten och konsekvensen har analyserats vidare med avseende på möjliga riskreducerande åtgärder. Risknivåer har skattats igen efter implementering av enklare riskreducerande åtgärder. De risker som efter implementering av åtgärder fortfarande bedömdes innebära en högre risknivå har utgjort de dimensionerande riskerna som utvärderats med kvantitativa riskanalysmetoder för att utreda möjlig påverkan på områden utanför anläggningen.

För farligt gods transporter till och från det planerade området har riskerna beräknats med kvantitativ riskanalysmetodik. Risknivåer har beräknats med riskmåtten individrisk och samhällsrisk, de etablerade DNV-kriterierna (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997) har använts som acceptanskriterier. Mjukvarorna EFFECTS (Gexcon) och RISKCURVES (Gexcon) har använts för att kvantitativt beräkna riskerna.

I bilaga presenteras samtliga identifierade och analyserade risker. För varje risk anges en plats/aktivitet, vad riskscenariot utgör, orsak till riskscenario samt en beskrivning av konsekvens för både människa och miljö för respektive risk. I bilagan presenteras även den skattade sannolikheten samt konsekvensen (för både människa och miljö) för respektive riskscenario utifrån en skala 1-5 som baseras på riskkriterier från IPS (IPS, 2021).

2.2 Begrepp och definitioner väsentliga för riskutredningen

I en riskutredning används vanligen ett flertal olika begrepp för att beskriva olika olyckshändelser och delar av utredningen. Nedan förtydligas några av de begrepp som använts i denna riskutredning.

Risk definieras som en sammanvägning av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka eller skadehändelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att olyckan inträffar och konsekvensen beskriver hur omfattande skador som uppstår, exempelvis i form av antal omkomna.

Riskutredning avser både genomförande av *riskanalys* och *riskvärdering*.

Riskanalysen är den del av riskutredningen där tänkbara olycksscenarier och oönskade händelser identifieras. Sannolikhet och konsekvens för de identifierade scenarierna bestäms i en riskuppskattning för att sedan kunna värdera huruvida risken är acceptabel eller ej.

Riskvärdering avser den fas i riskutredningen där uppskattade risker bedöms acceptabla eller ej. I denna del av utredningen kan det även bli aktuellt att föreslå och verifiera riskreducerande åtgärder eller kvalitativt beskriva vilka effekter sådana åtgärder medför ur riskhänseende.

Andra person avser personer som arbetar inom närliggande verksamheter inom hamn/industriområdet. Andra person förväntas känna till riskerna övergripande och veta vilka åtgärder de kan vidta vid en eventuell olycka.

Tredje person avser personer i omgivningen som inte förväntas ha kännedom om vilka risker som förekommer inom området, exempelvis boende eller personer inom närliggande skolverksamheter.

2.3 Metod för riskidentifiering

Riskidentifieringen baseras på verksamhetsbeskrivning samt underlag från verksamheten. Riskidentifieringen har även baserats på statistik, relevant facklitteratur, tidigare utredningar för området/närområdet, tidigare erfarenheter och riskanalyser. Utifrån detta underlag har de identifierade riskerna arbetats igenom och kompletterats med ytterligare risker vid en risk-workshop som har genomförts tillsammans med representanter från verksamheten, närliggande verksamhet (Kemira), representant från projektets MKB detaljplan från Helsingborgs stad.

2.4 Metod för riskuppskattning

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bedöma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för och konsekvensen av en olycka/händelse. Riskscenariernas frekvenser och möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur, tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts.

Riskuppskattningen i denna riskutredning har för identifierade risker inom verksamheten inledningsvis utförts med kvalitativ riskskattning där sannolikhet respektive konsekvens har skattats med en siffra mellan 1 och 5. De kriterier som har använts för skattning av sannolikhet respektive konsekvens har utgått ifrån IPS riskmatrismall för vådahändelser (IPS, 2021). I Tabell 1 presenteras använda kriterier för sannolikhet och i Tabell 2 presenteras använda kriterier för konsekvenser, dels på människors liv och hälsa, dels på miljö.

Tabell 1. Kriterier för skattning av sannolikhet (IPS, 2021).

Riskfaktor	Sannolikhet	Frekvens
1	Osannolik	< 1 000 år
2	Sällsynt	100 - 1 000 år
3	Möjlig	10 - 100 år
4	Sannolik	1 - 10 år
5	Vanligt förekommande	> 1 år

Tabell 2. Kriterier för skattning av konsekvens (IPS, 2021).

Riskfaktor	Konsekvens	Liv och hälsa	Miljö
1	Liten	Övergående lindriga obehag, lättare blessyrer; 1:a Hjälpen	Liten miljöeffekt, Mindre känslig omgivning
2	Måttlig	Enstaka skadade, varaktiga obehag, frånvaro ≥1 dag	Liten miljöeffekt, känslig omgivning Eller Betydande miljöeffekt, mindre känslig omgivning
3	Stor	Enstaka svårt skadade, svåra obehag, bestående men	Liten miljöeffekt, mycket känslig omgivning, Eller Betydande miljöeffekt, känslig omgivning Eller Mycket stor miljöeffekt, mindre känslig omgivning
4	Allvarlig	Enstaka omkomna eller flera svårt skadade	Betydande miljöeffekt, mycket känslig omgivning Eller Mycket stor miljöeffekt, känslig omgivning
5	Katastrofal	Flera omkomna eller 10-tals svårt skadade	Mycket stor miljöeffekt, mycket känslig omgivning

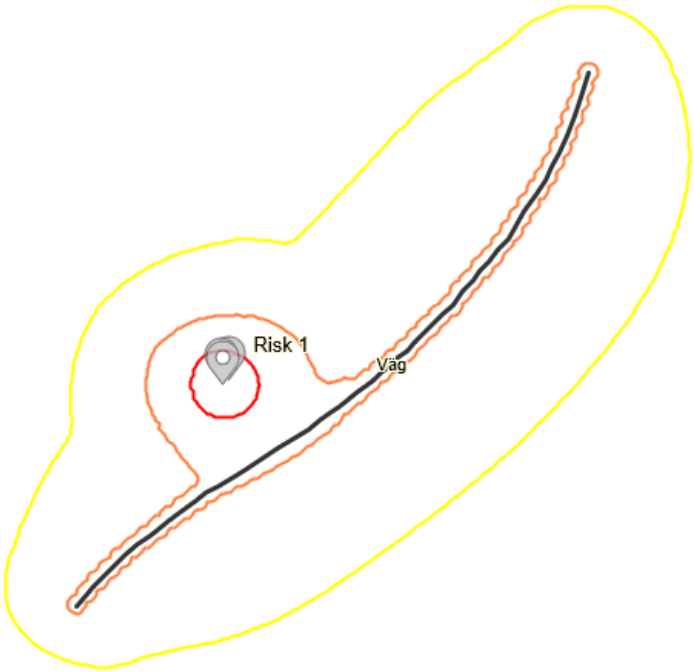
De risker inom verksamheten som har skattats till ett högre riskvärde med avseende på kombinationen av den bedömda sannolikheten och konsekvensen har analyserats vidare med avseende på möjliga riskreducerande åtgärder. Risknivåer har skattats igen efter implementering av enklare riskreducerande åtgärder. De risker som efter implementering av åtgärder fortfarande bedömdes innebära en högre risknivå har utgjort de dimensionerande riskerna som utvärderats med konsekvensberäkningar för att utreda möjlig påverkan på områden utanför anläggningen.

För transportleder till och från nya containerterminalen har en kvantitativ riskanalys genomförts. Mjukvarorna EFFECTS och RISKCURVES, framtagna av Gexcon har använts för att kvantitativt beräkna storleken på risker från transportlederna till och från hamnen genom att beräkna individrisken och samhällsrisken i anläggningens närområde. *Coloured Books* utgör basen för mjukvarorna och består av fyra böcker: *Yellow Book*, *Green Book*, *Purple Book* och *Red Book*. De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books* dock har mjukvarorna fortsatt utvecklas efter att *Couloured Books* senast uppdaterades, år 2005, för att ta hänsyn till den senaste forskningen och vetenskapliga data (Gexcon, 2022).

Yellow Book beskriver möjliga riskscenarier och fysikaliska fenomen vid ett utsläpp av farliga ämnen och *Green Book* beskriver metoder för att bedöma hur sådana fenomen kan påverka människor i omgivningen. Mjukvarorna använder främst dessa två böcker för att modellera utsläppsscenarion och deras konsekvenser. *Purple Book* beskriver hur man ska genomföra en kvalitativ riskanalys med riskmåtten individrisk och samhällsrisk och presenterar generiska

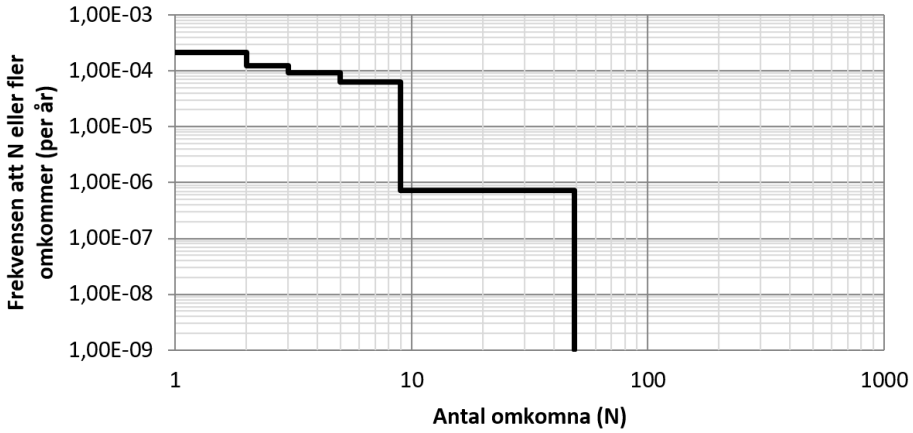
felfrekvenser för komponenter som används vid hantering av farliga ämnen. Denna bok används således av mjukvaran för att beräkna risknivåer (Gexcon, 2022).

Individrisk är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmåttet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma plats dygnet runt under ett års tid. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisken kommer i denna riskutredning presenteras i form av individriskkonturer på en karta över området.



Figur 2.1. Exempel på individriskkonturer. Riskbidraget i exemplet utgörs av en industrianläggning och en transportled för farligt gods.

Samhällsrisk är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisken presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N – diagram nedan i Figur 2.2 nedan.



Figur 2.2. Exempel på en samhällsriskkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln antalet individer som omkommer.

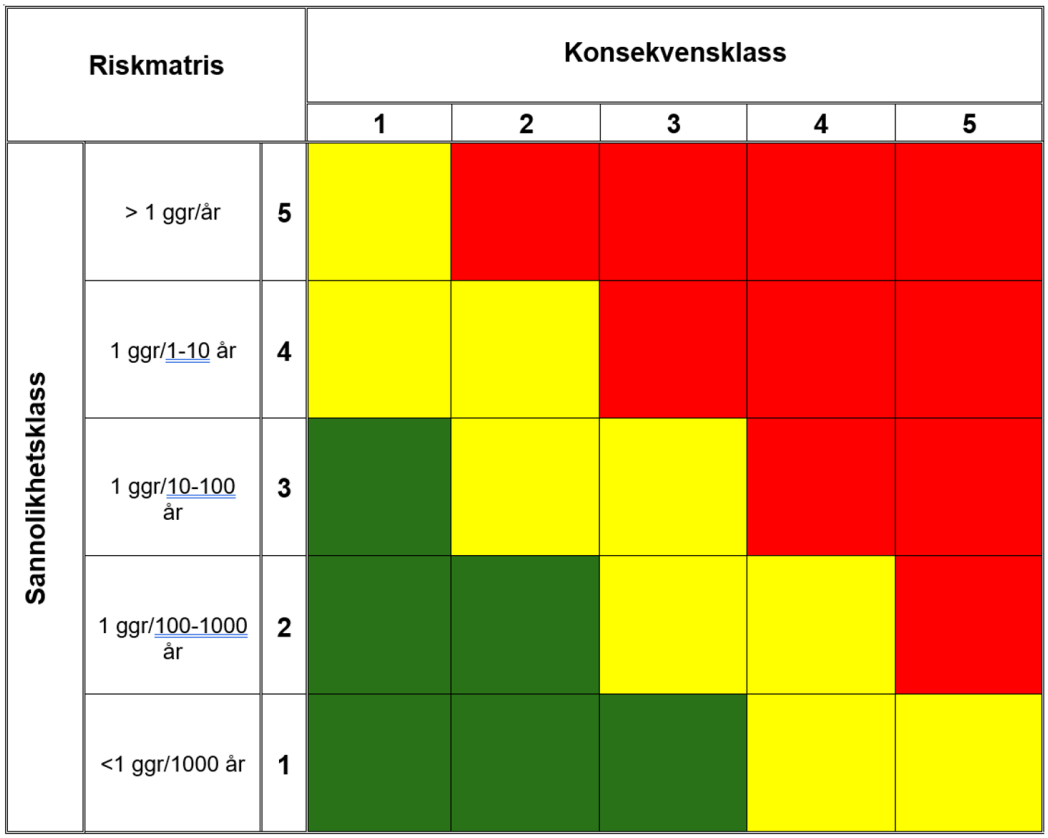
2.5 Metod för riskvärdering

Följande vägledande principer för värdering av risk presenteras i *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997):

- *Rimlighetsprincipen***:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- *Proportionalitetsprincipen***:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- *Fördelningsprincipen***:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- *Principen om undvikande av katastrofer***:** Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser snarare än i katastrofer.

För risker inom anläggningen som inledningsvis analyserats med kvalitativ riskanalysmetodik har riskerna värderats utifrån riskmatris i Figur 2.3 nedan som är framtagen av IPS. Utifrån skattning av sannolikhet respektive konsekvens i enlighet med Tabell 1 och Tabell 2 ovan placeras risken i riskmatrisen och värderas utifrån sin placering. Risker är höga i den övre högre delen av matrisen (rött) och låga i den nedre vänstra delen av matrisen (grönt).

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). I riskmatrisen har det gula området bedömts utgöra ALARP-området. Risker som överstiger ALARP-området är för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som acceptabla, men bör elimineras eller reduceras om det kan göras med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel.



Figur 2.3. Riskmatris för vådahändelser (IPS, 2021).

I den kvantitativa riskanalysen för transporter av farligt gods har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997). Således har acceptanskriterierna för individrisk respektive samhällsrisk enligt publikationen (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997), även kända som DNV-kriterierna, valts att användas.

Individrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-5} per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-7} per år oberoende avstånd från riskkällan.

Samhällsrisk

Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk har använts:

- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-4} per år för N = 1, med en lutning på FN-kurva på -1.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-6} per år för N = 1, med en lutning på FN-kurva på -1.

2.6 Hantering av osäkerheter

Riskanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Nedan presenteras några av de konservativa antaganden/bedömningar avseende som gjorts i rapporten:

- Lika många lastbilar och tågtransporter med gods antas lämna hamnen som antalet som kommer till hamnen
- Vid beräkning av konsekvensavstånd antas utsläppsriktningen vara densamma som vindriktningen vilket ger längre konsekvensavstånd än om olika riktningar antagits
- Vid beräkningar av risker från transport av brandfarlig gas på väg och järnväg har tryckkondenserad propan använts, konsekvenserna vid utsläpp av kondenserad gas förväntas vara högre än för komprimerad brandfarlig gas
- Vid beräkningar av risker från transport av farligt gods har ett stort hål i transporttank antagits motsvara ett momentant utsläpp av hela tankens innehåll
- Väder-stabilitetsklasser ansätts generellt som stabilare, stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten

Osäkerheter i resultaten av konsekvensberäkningar för de dimensionerande scenarierna har även hanterats med genomförd känslighetsanalys där vindhastigheter har varierats för att undersöka hur det påverkar beräkningsresultaten.

3. Verksamhets- och områdesbeskrivning

I detta kapitel beskrivs kortfattat den planerade nya containerterminalen och dess omgivning.

3.1 Containerterminalen

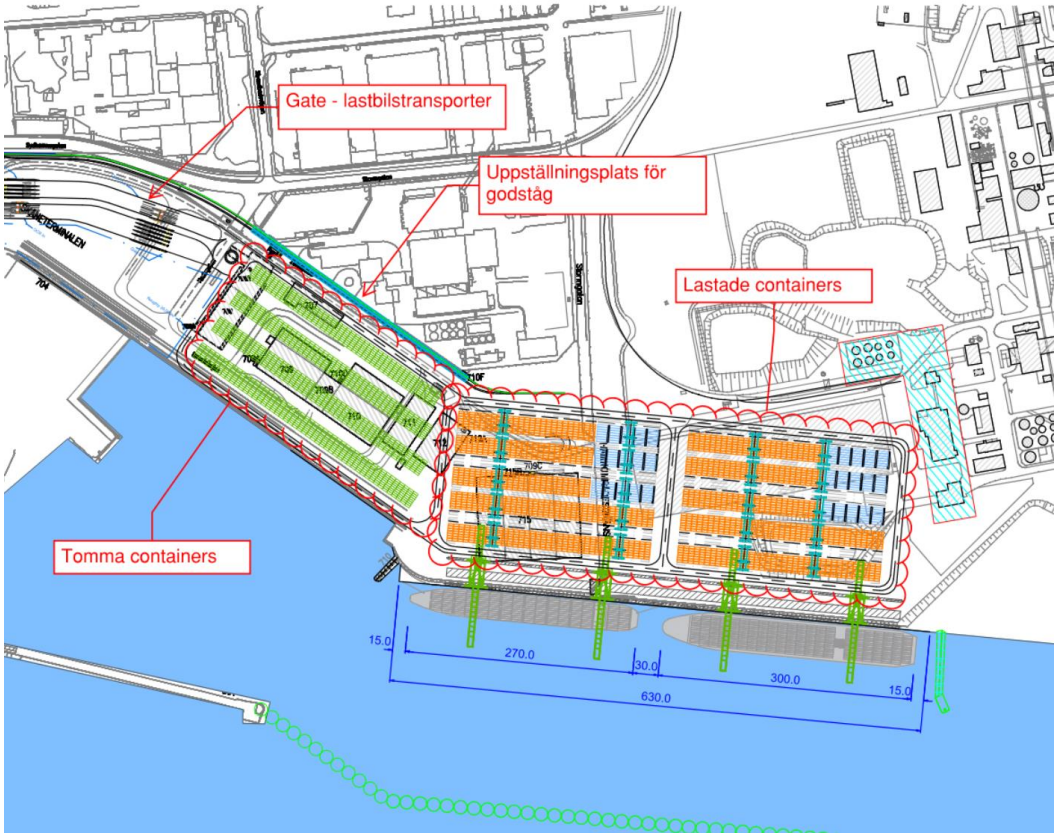
Den nya containerterminalen planeras att anläggas på dagens Skåneterminal. I den nya containerterminalen kommer bland annat följande aktiviteter att bedrivas:

- Omlastning av containers och gods mellan transportslagen väg, järnväg och sjö
- I huvudsak kommer gods i container hanteras, upp till 525 000 TEUS (motsvarande 20 fots container) årligen. Andra godsslag än containers kan förekomma men utgör en mindre del
- Alla typer av gods kommer att hanteras, även farligt gods
- Lossning/lastning av fartyg med stora kranar
- Lossning/lastning av järnvägsvagnar med reachstacker (containertruck)
- Terminaldragbilar kör containers inom området till/från kaj samt järnvägsvagnar. Transporter mellan sjö/väg/järnväg eller till/från container block (kan liknas vid långsamtkörande lastbil, 30 km/h)
- eRTG-kranar lyfter på/av containers vid containerblock
- Uppställning av containers i avvaktan på nytt transportslag
- Hantering av fartygen, bland annat bunkring av fartyg

I Figur 3.1 nedan illustreras lokaliseringsförslag med nuvarande och planerad containerterminal samt illustration av utrustning inom containerterminalen.

Figur 3.1. Lokaliseringsförslag och bild på RTG, dragbilar och kranat. Visionsskiss: HHAB.

I Figur 3.2 nedan illustreras preliminär layout över nya containerterminalen. Tomma containers illustreras med grönt, lastade containers med orange och kyl/frysconatiners med blått. Lastbilar och tåg ankommer till terminalen från den övre vänstra delen av bilden. Lastbilar kör igenom gate och vidare genom rondellen in i terminalen där de lastas/lossas och godståg ställer upp för lastning/lossning längs med turkos linje ovanför tomma (gröna) containers.



Figur 3.2. Preliminär layout över nya containerterminalen.

3.2 Hantering av farliga ämnen

Inom nya containerterminalen kommer det precis som i den nuvarande att hanteras alla typer av gods. Farligt gods är en del av godsflödet och cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning, baserat på farligt gods andelen till sjöss. Farligt gods kan vara i samtliga nio farligt gods klasser och fördelningen mellan de olika klasserna förväntas vara enligt Tabell 3 nedan. Procentsatserna baseras på data från verksamheten mellan åren 2016-2022. I tabellen beskrivs även skadehändelse samt exempel på konsekvenser vid en olycka med respektive farligt gods klass.

Tabell 3. Farligt gods klasser, fördelning mellan olika klasser samt beskrivning av skadehändelser och konsekvenser

Farligt gods klass		Fördelning	Skadehändelse				Exempel på konsekvens vid olycka
			Explosion	*Brand*	*Förgiftning*	*Övrigt*	
1	**Explosiva ämnen och föremål**	1,11%	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2	**Gaser**	9,72%	X	X	X		*Brännbara gaser* Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. *Giftiga gaser* Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor
3	**Brandfarliga vätskor**	5,73%	X	X	X		Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden uppstå och skada människor.
4	**Brandfarliga fasta ämnen**	1,42%		X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5	**Oxiderande ämnen och organiska peroxider**	19,80%	X	X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion eller brand i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktion vid uppvärmning av inneslutning kan leda explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6	**Giftiga ämnen**	1,59%			X		Toxiska effekter på miljö och människa.
7	**Radioaktiva ämnen**	0,00%			X	X	Strålningsskador på miljö, människa och egendom.
8	**Frätande ämnen**	21,52%				X	Frätskador på egendom och människor, lokalt med korta konsekvensavstånd.
9	**Övriga farliga ämnen och föremål**	39,12%				X	Konsekvenser för mänskor är generellt begränsade och endast lokala, kan utgöra miljöfarliga ämnen.

Baserat på fördelningen mellan klasserna och konsekvenserna presenterade i tabellen ovan har farliga ämnen inkluderats i följande kategorier i riskanalysen:

- Brandfarlig vätska
- Brandfarlig gas
- Giftig gas
- Explosiva ämnen
- Oxiderande ämnen och organiska peroxider
- Övriga farliga ämnen och föremål inklusive frätande ämnen

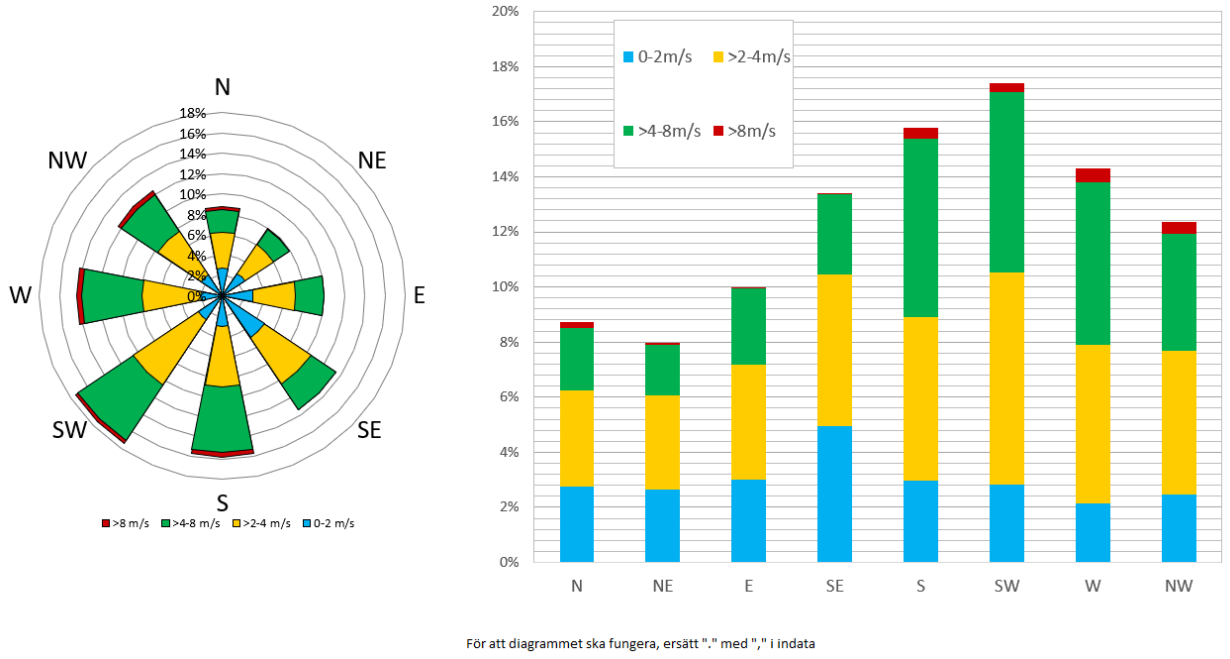
3.3 Omgivning

Omgivningen kring planerat område för nya containerterminalen består idag av hamn och industriverksamheter. I direkt närhet av den planerade containerterminalen är Bostik och Upfield belägna öster om området, Kemiras verksamhetsområde är placerat söder om området och Lantmännens verksamhet är placerad nordväst om området. I närområdet, dock inte i den direkta närheten av planerat område finns även bland annat rekreationsområden och bostadsområden. I Figur 3.3 nedan illustreras på en karta de verksamheter som ligger närmst den planerade nya containerterminalen.

Figur 3.3. Närliggande verksamheter

3.3.1 Vindförhållanden

Vindförhållanden har påverkan på beräkningsresultatet i samband med olyckor där utsläpp av farliga ämnen sker, särskilt vid utsläpp av brandfarliga eller giftiga gaser. Enligt vindrosen och diagrammet i Figur 3.4 nedan blåser vindarna mestadels från sydväst, syd och väst. Vindhastigheten är varierad över de valda intervallen, dock är vindhastigheten sällan över 8 m/s. Historiska data som diagrammet nedan baserats på är hämtad från den närmsta aktiva SMHI-väderstation i Helsingborg (SMHI, u.d.).



Figur 3.4. Vindros samt diagram över vindriktning och vindhastighet i Helsingborg (SMHI, u.d.).

Den vanligaste vindhastigheten (median) utifrån vinddata är 3,2 m/s och medelvärdet för vindhastigheten över den historiska data är 3,4 m/s. Utifrån vinddata har även ett konfidensintervall för vindhastigheter tagits fram för att illustrera inom vilket spann vindhastigheterna rör sig i normala fall. För vindhastigheten är 5% percentilen 0,7 m/s och 95% percentilen är 6,8 m/s, det betyder att 90% av tiden är vindhastigheten mellan 0,7 - 6,8 m/s.

3.3.2 Persontäthet i närområdet

Persontätheten i området är av stor betydelse för att bedöma risken, särskilt samhällsrisken. Inom verksamheten förväntas det arbeta cirka 200 personer. Persontätheten i närliggande verksamheter i hamnområdet likställs med industri och persontätheten bedöms till 40 personer/hektar i enlighet med värde angivet i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989). Även persontätheter för boendeområden i närområdet har ansatts utifrån värden angivna i Green Book. De detaljerade persontätheterna som antagits i beräkningar redovisas i avsnitt 10.5.

Personer som tillfälligt vistas på vägar i närheten av verksamheten har ej inkluderats i beräkningarna. Baserat på Räddningsverkets *Värdering av Risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997) ska individriskerna reduceras med en faktor 100 för personer som använder en väg. Detta innebär ett antagande att en person som passerar på en väg inte är närvarande mer än 1% av tiden. Denna reducering innebär generellt att individrisken för förbipasserande är försumbar (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997).

4. Riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa. Riskidentifieringen har baserats på genomförd workshop samt underlag från verksamheten, områdes- och verksamhetsbeskrivning, tidigare erfarenheter och genomförda riskutredningar.

I detta avsnitt redovisas en sammanfattning av de identifierade riskkällorna som har beaktats i riskanalysen. Fullständig risklista med samtliga 145 identifierade risker (Risk ID) presenteras i Bilaga B – Sammanställning av riskidentifiering och riskskattning.

4.1 Uppställt gods

Inom anläggningen kommer uppställning av gods och containers ske, främst i containerblock. De olycksrisker som identifierats för uppställt gods är olyckor med utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen.

Följande orsaker som kan leda till utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen för uppställt gods har identifierats:

- Vind välter container med farligt gods
- Självantändning av farligt gods
- Extern brand i anslutning till uppställt gods
- Fysisk åverkan (exempelvis påkörning av uppställt gods)

För de olika kategorierna av farliga ämnen som inkluderats i analysen har ovan orsaker applicerats, vilket kombinerat har genererat 23 riskscenarier. För samtliga risker, orsaker, konsekvenser och skattning av risk för risker vid uppställt gods se risker med Risk ID #1 - #23 i Bilaga B, avsnitt 11.

4.2 Lastning/lossning av containers/gods

Inom anläggningen kommer lastning och lossning av gods och containers ske. Lastning och lossning kommer ske till/från de tre transportslagen fartyg, järnväg och väg.

De olycksrisker som identifierats för lastning/lossning av gods är precis som vid uppställning olyckor med utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen.

Riskscenarierna med utsläpp av farliga ämnen skiljer sig åt för de olika transportslagen vid lastning/lossning vilket påverkar de bedömda sannolikheterna och konsekvenserna för respektive riskscenario. Exempelvis är lyften med kran till fartyg högre än lyft med truck till tågvagnar och därmed skiljer sig risken mellan dessa aktiviteter. Riskscenarierna har

kategoriserats i tre huvudkategorier utifrån orsaker som kan leda till utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen vid lastning och lossning av farligt gods. Dessa är:

- Felaktig eller bristfällig hantering vid lastning/lossning
- Extern brand som sker i anslutning till lastning/lossning
- Fysisk åverkan (exempelvis tappad last eller påkörning i samband med lasting/lossning)

För de olika kategorierna av farliga ämnen och de tre transportslagen som inkluderats i analysen har ovan orsaker applicerats, vilket kombinerat har genererat 54 riskscenarier. För samtliga risker, orsaker, konsekvenser och skattning av risk för risker vid lastning/lossning av farligt gods se risker med Risk ID #24 - #77 i Bilaga B, avsnitt 11.

4.3 Trafikolycka inom området

Både lastbil/dragbils -trafik samt järnvägstrafik kommer att ske inom anläggningen. Trafikolyckor inom anläggningen utgör således risker. De olycksrisker som identifierats vid trafikolycka utgörs i huvudsak av olyckor med utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen. Trafikolyckor utan farligt gods inblandat utgör majoriteten av olyckorna. Dessa olyckor inkluderas i identifieringen men avskrivs med hänvisning till att sådana risker finns inom andra anläggningar som inte omfattas av krav från miljöbalken.

Riskscenarierna med utsläpp av farliga ämnen skiljer sig åt för de olika transportslagen vid trafikolycka vilket påverkar de bedömda sannolikheterna och konsekvenserna för respektive riskscenario. Även orsaker till olycka skiljer sig åt mellan väg och järnväg.

Följande orsaker som kan leda till utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen vid trafikolycka på väg inom anläggningen har identifierats:

- Kollision mellan två fordon
- Lastbil/dragbil kör på stationärt objekt
- Singelolycka, lastbil/dragbil välter

Följande orsaker som kan leda till utsläpp (och i vissa fall antändning) av farliga ämnen vid trafikolycka på järnväg inom anläggningen har identifierats:

- Kollision mellan tåg och annat objekt
- Urspårning av tåg

För de olika kategorierna av farliga ämnen och de två transportsätten inom anläggningen har ovan orsaker applicerats, vilket kombinerat har genererat 35 riskscenarier. För samtliga risker, orsaker, konsekvenser och skattning av risk för risker vid lastning/lossning av farligt gods se risker med Risk ID #78 - #112 i Bilaga B, avsnitt 11.

4.4 Olycka på/vid fartyg

4.4.1 Bunkring av fartyg

I hamnens kaj kommer hantering av fartyg ske, en del av hanteringen utgörs av möjlighet att bunkra fartyg. Idag utgör tung eldningsolja det huvudsakliga bränslet för fartyg som kommer att bunkras vid kaj i hamnen. Eldningsolja är en brandfarlig vätska vilket innebär risker vid ett utsläpp, se Tabell 3. Helsingborgs hamn ser en ökande efterfrågan på att kunna bunkra flytande naturgas (LNG) i framtiden och därför har även risker vid ett utsläpp av LNG vid bunkring inkluderats i analysen. LNG är en flytande (kondenserad) brandfarlig gas, riskerna som

aktiviteten medför beskrivs mer ingående i separat upprättad riskbedömning: *Riskbedömning för bunkring av flytande metan (LNG)* (PS Group, 2019).

I samband med bunkring av fartyg vid kaj har följande risker identifierats:

- Utsläpp av brandfarlig vätska (eldningsolja) vid bunkring av fartyg till följd av fysisk åverkan eller felaktig/bristfällig hantering (ingen antändning - enbart miljökonsekvenser).
- Utsläpp (och antändning) av brandfarlig vätska (eldningsolja) vid bunkring av fartyg till följd av fysisk åverkan eller felaktig/bristfällig hantering.
- Mindre utsläpp och antändning av LNG vid bunkring av fartyg till följd av felaktig/bristfällig hantering.
- Större utsläpp av LNG vid bunkring av fartyg till följd av fysisk åverkan (exempelvis påkörning av tankbil).

4.4.2 Utsläpp från fartyg

Utsläpp från fartyg i samband med olycka kan innebära konsekvenser för vattenmiljön. Följande scenarier har identifierats för utsläpp från fartyg:

- Utsläpp från fartyg i samband med brand i fartyg vid kaj.
- Större utsläpp av miljöfarliga ämnen från fartyg på väg in till kaj till följd av exempelvis kollision, grundstötning och/eller haveri.
- Mindre miljöfarligt utsläpp från fartyg vid kaj till följd av någon form av läckage eller mindre haveri.

Dessa risker har i riskanalysen bedömts utgöra sådana scenarier som främst hanteras av det aktuella fartygets interna organisation tillsammans med räddningstjänst, dock kan HHAB behöva vara behjälpliga med sina resurser beroende på scenariots karaktär.

4.5 Storskalig brand inom anläggningen

Storskalig brand inom anläggningen kan ske på många olika ställen och orsakas av många olika faktorer, bland annat flera av de scenarier som beskrivits ovan. En storskalig brand kan skada personer i den direkta närheten genom värmestrålning och giftiga brandgaser. Giftiga brandgaser kan även sprida sig och skada personer utanför anläggningen.

Utöver tidigare presenterade scenarier bedöms även ökningen av antalet elektriska fordon och utrustning (bland annat e-RTG) inom anläggningen medföra särskilda brandrisker. Följande risker har identifierats:

- Brand i litiumjon-batteri till följd av termisk rusning.
- Brand i eltruck/dragbil (flera fordon står uppställda bredvid varandra) vid laddning till följd av termisk rusning.
- Brand i elektrisk utrustning (exempelvis e-RTG) till följd av elektriskt fel.

Bränder innebär även skador på miljön om släckvattnet vid en brand inte hanteras på ett korrekt sätt. Dessa risker hanteras primärt i den separata släckvattenutredningen upprättad av Sweco som också utgör en underlagsbilaga till miljötillståndet, *Släckvattenutredning Helsingborgs hamn AB*. Följande risker utgör de huvudsakligt identifierade riskerna med avseende på hantering av släckvatten i samband med brand som hanteras i släckvattenutredningen:

- Brand i eldriven långtradare lastad med 4 containers
- Brand vid utsläpp av farligt gods – brandfarlig vätska
- Brand vid utsläpp av farligt gods – gas
- Läckage och antändning av eldningsolja vid bunkring i kaj

4.6 Närliggande verksamheter

I detta avsnitt beskrivs identifierade risker i närliggande verksamheter som har utvärderats med avseende på deras möjliga påverkan på nya containerterminalen.

4.6.1 Kemira

Kemiras verksamhet ligger direkt söder om planerad containerterminal. Inom Kemiras verksamhet hanteras flera farliga ämnen som kan tänkas påverka containerterminalen eller påverkas av containerterminalen vid en olycka. Bland annat hanteras större mängder oxiderande ämnen (väteperoxid), giftiga gaser (svaveldioxid och ammoniak), frätande ämnen (salpetersyra) samt brandfarliga gaser (naturgas och vätgas) och brandfarliga vätskor.

Väteperoxidfabriken är den process inom Kemiras anläggning som ligger närmst den planerade containerterminalen, övriga processer är placerade längre ifrån med långa skyddsavstånd. De risker som identifierats inom Kemiras anläggning är:

- Utsläpp av väteperoxid (oxiderande ämne) som blandas med organiskt material och börjar brinna.
- Sönderfall av väteperoxid i inneslutning vid exempelvis extern uppvärmning – kan leda till explosion med splitterskador (upp till 300 meter konsekvensavstånd utifrån Kemiras riskanalys).
- Utsläpp av salpetersyra från tank vid väteperoxidfabrik.
- Utsläpp av svaveldioxid/ammoniak med toxiskt gasmoln som följd.
- Olycka vid hantering av naturgas (se konsekvenser för brandfarliga gaser i Tabell 3).
- Olycka vid hantering av vätgas (se konsekvenser för brandfarliga gaser i Tabell 3).

Orsaker till risker inom Kemiras anläggning har inte analyserats, däremot har sannolikhet och konsekvens bedömts tillsammans med representant från Kemira med stöd i riskanalys genomförd av Kemira.

Utöver ovan scenarier har även befintlig naturgasledning som går till Kemira identifierats som en möjlig risk. Den bedöms dock främst utgöra en projektrisk och en risk vid etablering till följd av exempelvis pågrävning. Bedöms inte utgöra en risk under drift då den går under mark under den planerade containerterminalen, den hanteras därför inte vidare.

Vidare har följande risker inom containerterminalen som kan påverka Kemiras verksamhet och orsaka dominoeffekter identifierats:

- Brand i container eller elfordon inom containerterminalen innebär värmestrålningsverkan på väteperoxidfabriken vilket kan innebära brand eller explosion
- Trafikolycka med lastbil/dragbil inom containerterminalen som skenar in i Kemiras väteperoxidfabrik eller utlastningsanläggning för väteperoxid och orsakar ett utsläpp av farliga ämnen.

4.6.2 Energihamnen

Energihamnen ligger cirka 250 meter ifrån delar av den planerade nya containerterminalen. Identifierad risk inom energihamnen utgörs av utsläpp och antändning av brandfarlig vätska som kan påverka containerterminalen om giftiga brandgaser bildas och sprider sig in över området. Skyddsavstånden bedöms vara tillräckliga.

4.6.3 Bostik

Bostiks verksamhet är placerad öster om den planerade containerterminalen, direkt öster om sydhamnsgatan. Enligt *Information till allmänheten gällande risker vid Bostik AB i Helsingborg*

ger de råvaror som hanteras inom anläggningen inte upphov till okontrollerade kemiska reaktioner, dock kan brandgaser vara giftiga. Den identifierade risken utgörs således av en stor brand med giftiga brandgaser som sprider sig in över containerterminalen.

4.6.4 Upfield

Upfields verksamhet är också placerad öster om den planerade containerterminalen, sydost om Zenitgatan (söder om Bostik). Riskerna från Upfield mot containerterminalen som identifierats utgörs av följande:

- Utsläpp av ammoniak från Upfield, giftigt gasmoln sprider sig mot containerterminalen.
- Stor brand innebär giftiga brandgaser som sprider sig in över containerterminalen.

Tidigare genomförd riskanalys för ammoniakhantering vid Upfield (Sweco, 2021) visar att riskerna är acceptabla. Riskanalysen visar också att vid dimensionerande scenario för utsläpp av ammoniak från Upfield bedöms inte koncentrationerna av ammoniak ha allvarliga hälsoeffekter utanför anläggningens område.

4.6.5 Lantmännen

Lantmännens verksamhet är placerad nordväst om den planerade containerterminalen, direkt väster om massgodsleden. Riskerna från Lantmännen mot containerterminalen som identifierats utgörs av följande:

- Dammexplosion i silo med splitterskador
- Stor brand innebär giftiga brandgaser som sprider sig in över containerterminalen.

4.7 Transport av farlig gods via järnväg och väg

Transporter av farligt gods till och från nya containerterminalen kommer att ske via sjö, järnväg och väg. En olycka på väg eller på järnväg som innebär utsläpp av farligt gods kan utgöra en risk för personer i närhet av vägen/järnvägen. Eftersom den nya etableringen innebär större volymer transporter av farligt gods samt delvis nya områden som utsätts för riskerna till följd av transporter till och från ny lokalisering av containerterminalen utreds dessa risker med kvantitativ riskanalys i denna riskutredning. Transporter till sjöss hanteras kvalitativt, se avsnitt 4.4 samt Bilaga B avsnitt 11.

För järnväg har utförda beräkningar baserats på uppskattning av antal tågtransporter till hamnen, som av verksamheten bedömts till 3 100 transporter årligen. Motsvarande siffra för väg är 280 000 lastbilstransporter årligen. Det har i beräkningar konservativt antagits att lika många lastbilar och tågtransporter med gods lämnar hamnen som antalet som kommer till hamnen. Farligt gods antas utgöra cirka 2% av den totala godsmängden både för väg och järnväg, baserat på att cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning.

Den aktuella järnvägssträckan som inkluderats i beräkningarna sträcker sig från nya containerterminalen längs med hamnen till rangerbangård vid dagens huvudkontor för Helsingborgs hamn där tågen vänder och sedan vidare österut till där tågen ansluter till Västkustbanan. Största tillåtna hastighet på järnväg inom detta område är 59 km/h enligt *NJDB på webb* (Trafikverket, 2023). Tåg som transporterar gods till och från containerterminalen antas således färdas med en maximal hastighet om 60 km/h.

Den aktuella vägsträckan som inkluderats i riskutredningen har baserats på bedömning av var HHAB:s lastbilstransporter utgör en majoritet av lastbilstransporterna på vägen. Utifrån detta kriterium har den aktuella sträckningen valts till väg mellan nya containerterminalen och korsningen Oljehamnsleden-Sjögatan. Största tillåtna hastighet på aktuell del av

Oljehamnsleden samt inom hamnområdet är 30 km/h. Lastbilar som transporterar gods till och från containerterminalen antas således färdas med en maximal hastighet om 30 km/h.

I Tabell 4 nedan presenteras den antagna fördelning av de olika klasserna av farligt gods till och från containerterminalen som baseras på statisk från 2016-2022 från verksamheten (se även Tabell 3). Klass 2 delas upp i 2.1 Brandfarliga gaser och 2.3 Giftiga gaser. Utifrån nationell statistik utgör brandfarliga gaser cirka 73% av gaserna i klass 2, resterande gaser antas konservativt vara giftiga gaser. Klass 6 delas också upp i två delar där 6.1 Giftiga ämnen och 6.2 Smittsamma ämnen antas utgöra lika stor del av hela klass 6.

Tabell 4. Tabell på fördelning av de olika ADR/RID-klasserna.

RID-klass		Fördelning (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	1,11%
2.1	Brandfarliga gaser	7,10%
2.3	Giftiga gaser	2,62%
3	Brandfarliga vätskor	5,73%
4	Brandfarliga fasta ämnen	1,42%
5.1	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	19,80%
6.1	Giftiga ämnen	0,80%
6.2	Smittsamma ämnen	0,80%
7	Radioaktiva ämnen	0,00%
8	Frätande ämnen	21,52%
9	Övriga farliga ämnen	39,12%

I Tabell 5 nedan redovisas tänkbara olyckor och konsekvenser för respektive ADR/RID-klass till följd av en olycka med farligt gods på väg/järnväg (Helmersson L. , 1994).

Tabell 5. Skadehändelser och konsekvenser vid olycka med farligt gods.

ADR/RID-klass		Skadehändelse				Exempel på konsekvens vid olycka
		Explosion	*Brand*	*Förgiftning*	*Övrigt*	
1	**Explosiva ämnen och föremål**	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2	**Gaser**	X	X	X		*Brännbara gaser* Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE, brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. *Giftiga gaser* Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor
3	**Brandfarliga vätskor**	X	X	X		Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4	**Brandfarliga fasta ämnen**		X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5	**Oxiderande ämnen och organiska peroxider**	X	X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.

6	**Giftiga ämnen**	X		Toxiska effekter på miljö och människa.
7	**Radioaktiva ämnen**	X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8	**Frätande ämnen**		X	Frätskador på egendom och människor.
9	**Övriga farliga ämnen och föremål**		X	Konsekvenser är generellt begränsade till vägens/järnvägens närområde.

Att döma av tabellen ovan är det främst farligt gods i klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser för tredje man bortom vägens/järnvägens direkta närområde. Risken förknippad med transport av dessa varor kommer därför att utredas närmare i kvantitativ riskanalys. Detaljerade indata till beräkningarna finns i Bilaga A – Beräkningar. Övriga kategorier transporteras ej, eller bedöms vid ett utsläpp endast påverka vägens/järnvägens absoluta närområde, varför dessa inte utreds närmre.

4.8 Antagonistiska handlingar

Antagonistiska handlingar mot nya containerterminalen utgör en risk som identifierats och diskuterats vid genomförd workshop. Risken har dock inte bedömts vara aktuell att analysera vidare med sannolikhet och konsekvens då sannolikheten för antagonistisk handling mot containerterminalen bedömts vara mycket låg till följd av att containerterminalen inte bedöms utgöra ett särskilt mål för antagonistiska hot.

4.9 Möjliga dominoeffekter mellan de olika identifierade riskkällorna

Möjliga dominoeffekt som har identifierats, mellan de olika identifierade riskkällorna, utgörs av brand i icke farliga ämnen som leder till utsläpp/antändning av farliga ämnen. Ett möjligt scenario är att en eventuell brand i byggnad eller annan installation inom nya containerterminalen påverkar hanteringen av farligt gods och orsakar ett utsläpp av de farliga ämnena. Extern brand har inkluderats som en möjlig orsak till utsläpp och eventuell antändning av farliga ämnen och bedöms därför vara hanterat.

Andra möjliga dominoeffekter är att en brand eller olycka inom anläggningen påverkar en transport med farligt gods och orsakar en olycka och vice versa, att en transportolycka påverkar uppställt gods eller annan riskkälla inom anläggningen. Detta bedöms ha hanterats genom att de identifierade riskscenariernas orsaker har inkluderat dessa händelser.

Dominoeffekter till följd av närhet till Kemiras anläggning har identifierats. Det största konsekvensavståndet, från relevanta scenarier vid beaktande av dominoeffekter, från Kemiras anläggning uppstår vid scenario med sönderfall av väteperoxid i inneslutning vid exempelvis extern uppvärmning – kan leda till explosion med splitterskador (upp till 300 meter konsekvensavstånd utifrån Kemiras riskanalys). Inga bostäder eller annan känslig verksamhet finns inom 300 meter från väteperoxidhanteringen.

Ingen av de presenterade dominoeffekterna bedöms innebära att identifierade olycksscenarier får större konsekvensavstånd än de redan identifierade, således blir de separata konsekvenserna för de identifierade riskkällorna dimensionerande.

5. Riskuppskattning och värdering

5.1 Förutsättningar

För samtliga identifierade risker har en skattning av riskens sannolikhet samt riskens konsekvens för människors liv och hälsa samt riskens konsekvenser för miljö. Skattningen har genomförts utifrån kriterier presenterade i Tabell 1 och Tabell 2 (presenterade i metodavsnittet), som utgör kriterier för IPS riskmatris för vådahändelser (IPS, 2021).

Därefter har riskvärderingen gjorts genom att placera in respektive risk i IPS riskmatris för vådahändelser (IPS, 2021), se Figur 2.3. Riskmatris för vådahändelser i metodavsnittet.

5.2 Kvalitativ riskskattning

Utifrån ovan kriterier och riskmatris har de 145 identifierade risker skattats. Av de 145 riskerna har ingen risk bedömts ligga inom det röda området. 68 st riskscenarier har bedömts ligga inom ALARP-området (det gula området) och övriga riskscenarier har bedömts utgöra acceptabla risker (inom det gröna området, under ALARP-området), se riskmatrisen i Figur 5.1 nedan. Vissa riskscenarier hanteras separat, exempelvis släckvattenhantering samt transporter av farligt gods till och från containerterminalen som hanteras med kvantitativ riskanalysmetodik. För skattning av respektive scenario se Bilaga B, avsnitt 11. I Figur 5.1 och Figur 5.2 nedan presenteras riskmatriser med scenarierna (RISK ID) placerade utifrån skattad sannolikhet och konsekvens för liv och hälsa respektive miljö

Sannolikhet	1	2	3	4	5
5					
4	113				
3	117, 119, 123, 130, 131, 133, 135	24, 26, 39, 41, 60, 62, 75, 77, 143, 144, 145			
2		4, 20, 23, 36, 38, 42, 44, 54, 56, 57, 59, 72, 74, 78, 79, 80, 90 91, 92, 94, 95, 96, 114, 115, 120, 132,	134	27, 29, 30, 32, 45, 47, 48, 50, 63, 65, 66, 68, 128	
1	118, 124	1, 3, 7, 17, 21, 22, 25, 28, 40, 43, 46, 58, 61, 64, 76, 100, 101, 108, 109, 111, 112, 125, 126	2, 3, 5, 6, 33, 51, 69	8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 31, 34, 35, 37, 49, 52, 53, 55, 67, 70, 71, 73, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 93, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 116, 121, 127	

Konsekvens Liv och hälsa

Figur 5.1. Riskmatris - skattning av risker utan riskreducerande åtgärder med avseende på konsekvenser för människors liv och hälsa.

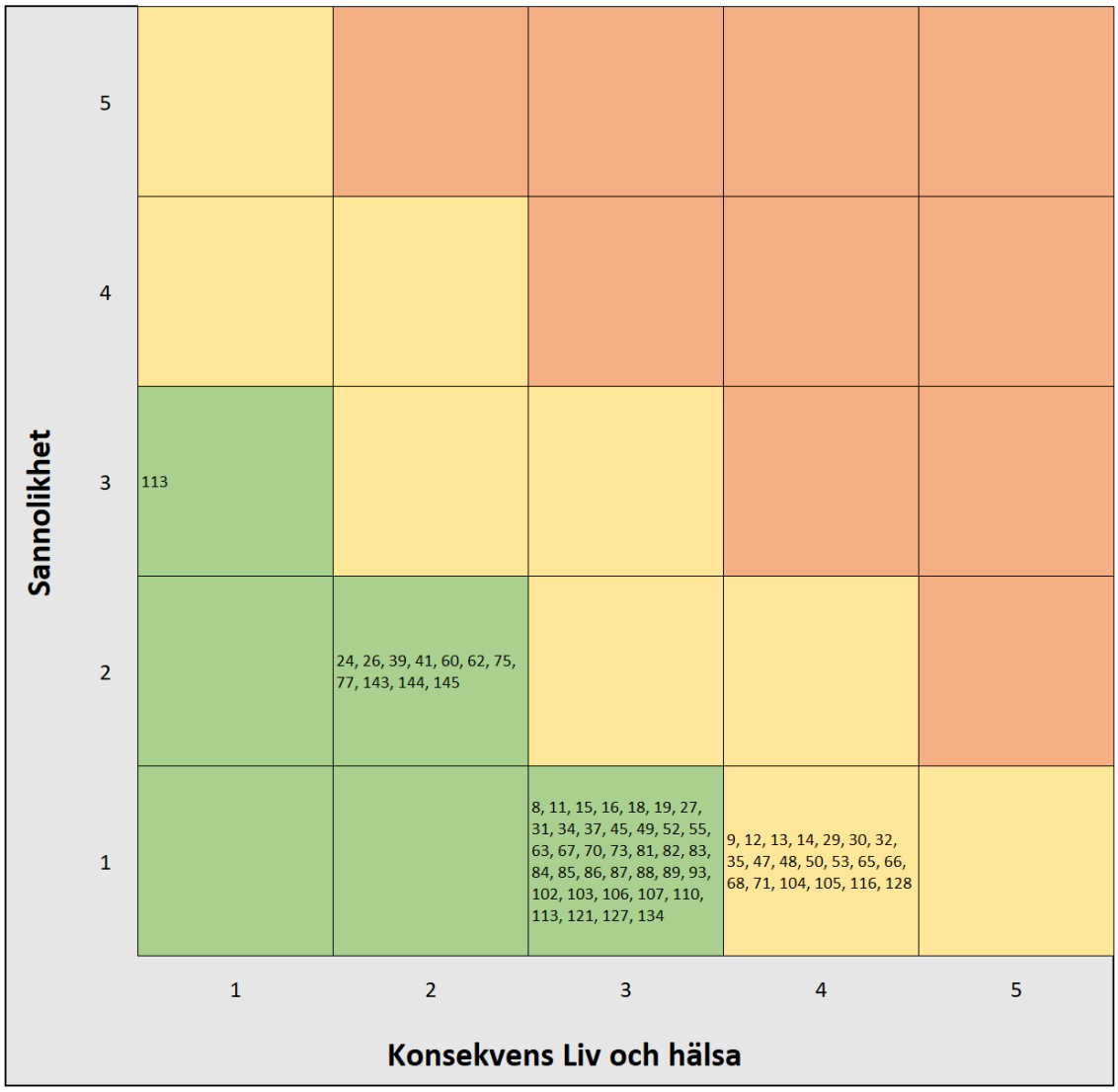
Sannolikhet	1	2	3	4	5
5					
4		113			
3	24, 26, 39, 41, 117, 119, 123, 130, 131, 133, 135	60, 62, 75, 77, 143, 144, 145			
2	4, 20, 23, 27, 29, 36, 38, 42, 44, 45, 47, 54, 56, 57, 59, 63, 65, 72, 74, 78, 79, 80, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 115, 120, 128, 134	30, 32, 48, 50, 66, 68, 114			
1	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 28, 34, 35, 37, 40, 43, 46, 51, 52, 53, 55, 58, 64, 69, 70, 71, 73, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 93, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 121, 124, 125, 126, 127	9, 11, 12, 31, 33, 49, 61, 67, 76, 84, 85, 86, 104, 105, 118			

Konsekvens Miljö

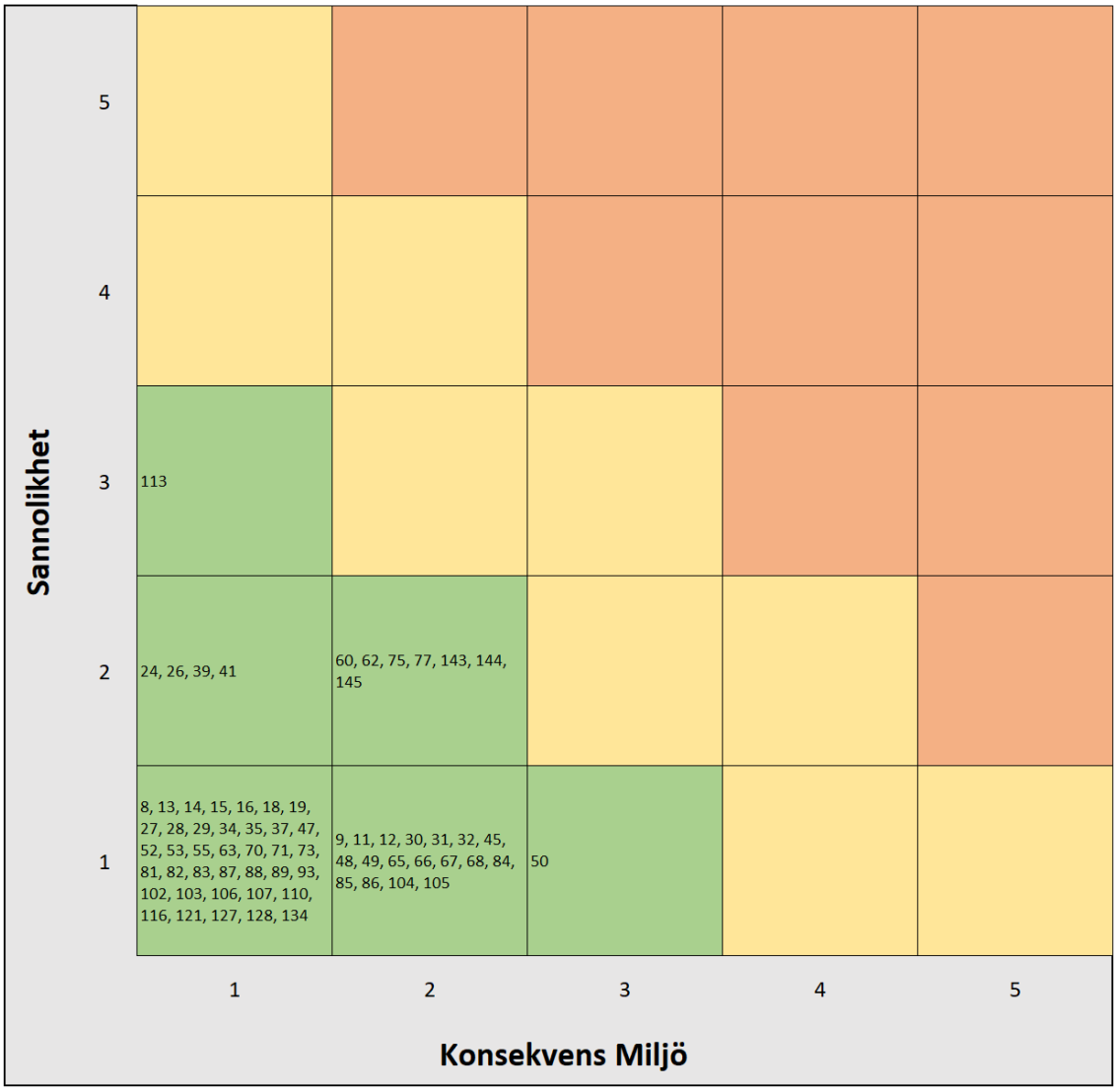
Figur 5.2. Riskmatris - skattning av risker utan riskreducerande åtgärder med avseende på konsekvenser för miljö.

För de 68 riskscenarier som ligger inom det gula ALARP-området ska risknivåerna reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart genom att implementera riskreducerande åtgärder. I avsnitt 7 presenteras identifierade risker (RISK ID) samt rekommenderade riskreducerande åtgärder för samtliga av de 69 riskscenarierna. Efter implementering av riskreducerande åtgärder, presenterade i avsnitt 7, gjordes en ny skattning av sannolikhet och konsekvens för att analysera vilka av riskerna som fortsatt är inom ALARP-området och därmed är särskilt viktiga att beakta, dessa riskscenarier utgör de dimensionerande riskerna.

I Figur 5.3 och Figur 5.4 nedan presenteras riskmatriser efter implementering av riskreducerande åtgärder med scenarierna (RISK ID) placerade utifrån skattad sannolikhet och konsekvens för liv och hälsa respektive miljö.



Figur 5.3. Riskmatris - skattning av risker efter implementerade riskreducerande åtgärder med avseende på konsekvenser för människors liv och hälsa.



Figur 5.4. Riskmatris - skattning av risker efter implementerade riskreducerande åtgärder med avseende på konsekvenser för miljö.

Utifrån riskmatriserna ovan framgår att de riskerna som fortsatt är inom ALARP-området efter implementerade riskreducerande åtgärder är de risker som är i rutan med sannolikhet 1 och konsekvens 4 i Figur 5.3. Dessa utgör de dimensionerande riskerna som hanteras i följande avsnitt.

5.3 Dimensionerande risker

Efter skattning av riskernas sannolikhet och konsekvens med rekommenderade riskreducerande åtgärder implementerade bedömdes det vilka risker som är dimensionerande för den planerade verksamheten. Följande risker bedöms utgöra de dimensionerande riskerna:

- A - Antändning av explosiva ämnen (klass 1) till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen
- B – Utsläpp och antändning av brandfarlig gas (klass 2.1) till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen

- C - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3) till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen
- D - Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring
- E -Trafikolycka där lastbil/dragbil inom verksamheten skenar in i Kemiras väteperoxidanläggning

För de tre första dimensionerande riskerna ska nämnas att riskerna kan ske inom olika platser inom anläggningen, exempelvis vid uppställt gods eller vid lastning/lossning till fartyg/lastbil/tåg. Scenarierna kan ske till följd av olika aktiviteter och orsaker till händelsen, se Bilaga B avsnitt 11.

De dimensionerande risker har alla liknande karaktär då de utgör plötsliga händelser med bedömd låg sannolikhet men som kan få stora konsekvenser om olyckan sker och blir därför dimensionerande.

5.3.1 A - Antändning av explosiva ämnen

Den första dimensionerande risken är risk A - Antändning av explosiva ämnen till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen. Risk A bedöms kunna ske vid uppställning av containers eller i samband med lastning eller lossning av gods med explosiva ämnen vilket innebär att avståndet till fastighetsgräns och omgivningen för scenariot varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

Ett worst-case scenario bedöms utgöras av att en container fylld med 1000 kg explosiva varor antänds med en explosion som följd. I Figur 5.5 nedan presenteras konsekvensberäkningar genomförda i mjukvaran EFFECTS för en sådan händelse inom nya containerterminalen. Observera att placeringen av riskhändelsen i figuren är ett exempel, händelsen kan ske på flera ställen inom containerterminalen där gods står uppställt eller lastas/lossas. Den valda placeringen bedöms vara den värsta möjliga eftersom den sker i utkanten av området i direkt närhet till närliggande verksamheter och närmst områden där tredje person vistas.

Figur 5.5. Konsekvensberäkning, Risk A – Antändning av explosiva ämnen. Figuren illustrerar värsta exempelplacering av olycka, avståndet till fastighetsgräns och omgivningen varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

Resultatet från genomförda konsekvensberäkningar visar att avstånden är 29 meter respektive 63 meter till de definierade skadekriterierna för övertryck vid en explosion, se avsnitt 10.4.1. Byggnader och annan konstruktion bedöms kollapsa inom 29 meter (vid övertryck 300 mbar (VROM, 2005)) vilket innebär att personer kan omkomma till följd av nedfallande delar och splitter. Glassplitter som kan innebära dödliga skador (vid övertryck 100 mbar (VROM, 2005)) sker inom 63 meter från explosionen.

Detta innebär att en sådan olycka främst bedöms ha påverkan inom den planerade containerterminalen men beroende på var olyckan sker inom terminalen kan även eventuell påverkan ske på närliggande verksamheter och andra person, exempelvis sker en olycka vid lastning/lossning till tåg närmre fastighetsgräns medan en olycka vid uppställda containers kan ske längre ifrån fastighetsgräns och omgivningen. Dock innebär de beräknade konsekvensavstånden att påverkan inte bedöms ske på tredje person eftersom skyddsavståndet från den planerade etableringen till plats där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt överstiger de beräknade konsekvensavstånden.

Sannolikheten för antändning bedöms vara mycket låg för explosiva ämnen eftersom gods i klass 1 som är packat enligt aktuella regelverk för farligt gods (ADR-S, RID-S och IMDG) ska vara förpackat på ett sätt som innebär att ämnet inte ska kunna antända. Vidare utgör farligt gods klass 1 endast cirka 0,02% av allt gods som hanteras (cirka 1% av farligt gods är klass 1 och farligt gods är cirka 2% av totala godsmängden, baserat på att cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning).

I avsnitt 7 presenteras även riskreducerande åtgärder som reducerar sannolikheten för och konsekvensen av antändning av explosiva ämnen. Utifrån beräknad konsekvens och bedömd låg sannolikhet för detta scenario bedöms risken ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen och risken bedöms vara acceptabel.

5.3.2 B – Utsläpp och antändning av brandfarlig gas

Den andra dimensionerande risken är risk B – Utsläpp och antändning av brandfarlig gas till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen. Risk B bedöms kunna ske vid uppställning av containers eller i samband med lastning eller lossning av gods med brandfarlig gas vilket innebär att avståndet till fastighetsgräns och omgivningen för scenariot varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

Ett worst-case scenario bedöms utgöras av scenario där det går hål på en stor gastank med tryckkondenserad brandfarlig gas. Scenariot förutsätter yttre fysisk åverkan på gastanken. När gasen släpps ut kan antändning ske direkt i närheten av läckagepunkten vilket resulterar i en jetflamma eller fördröjd antändning efter utblandning med luft vilket resulterar i en gasmolnsbrand/explosion.

I genomförda konsekvensberäkningar har brandfarlig gas representerats av gasol. Gasoltanken har antagits vara 40 m^3 stor och hålet har ansatts motsvara en håldiameter som tömmer tanken på 10 minuter (beräknat cirka 50 mm håldiameter). Beräkningarna har genomförts med för platsen vanliga vindförhållanden, 3,4 m/s, se avsnitt 3.3.1.

I Figur 5.6 nedan presenteras konsekvensberäkningar genomförda i mjukvaran EFFECTS för antändning av brandfarlig gas. Observera att placeringen av riskhändelsen i figuren är ett exempel, händelsen kan ske på flera ställen inom containerterminalen där gods står uppställt eller lastas/lossas. Den valda placeringen bedöms vara den värsta möjliga eftersom den sker i utkanten av området i direkt närhet till närliggande verksamheter och närmst områden där tredje person vistas.

Figur 5.6. Konsekvensberäkning, Risk B – Utsläpp och antändning av brandfarlig gas. Figuren illustrerar värsta exempelplacering av olycka, avståndet till fastighetsgräns och omgivningen varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

Konsekvenserna har beräknats dels för direkt antändning (jetflamma), dels för fördröjd antändning (gasmolnsexplosion). För gasmolnsexplosion är konsekvenserna som störst i vindriktningen eftersom det brännbara gasmolnet sprider sig med vinden innan det antänds. Jetflamman ger konsekvenser i utsläppsriktningen genom strålningsverkan. I beräkningarna av konsekvensavstånd för worst case scenaro har utsläppet antagits vara helt horisontellt riktat in mot land och närliggande verksamheter samt områden med tredje person. Vindriktningen har antagits vara densamma som utsläppsriktningen vilket utgör konservativa antaganden.

Resultatet visar att avstånden från tanken är 81 meter respektive 120 meter till de definierade skadekriterierna för övertryck vid en gasmolnsexplosion, se avsnitt 10.4.1. Byggnader och annan konstruktion bedöms kollapsa inom 81 meter (vid övertryck 300 mbar) vilket innebär att personer kan omkomma till följd av nedfallande delar och splitter. Glassplitter som kan innebära dödliga skador (vid övertryck 100 mbar) sker inom 120 meter från explosionen. Resultatet visar vidare att avståndet är 117 meter till definierade skadekriterier för strålning från jetflamman (infallande strålning 10 kW/m^2) där människor kan skadas allvarligt.

Detta innebär att en sådan olycka främst bedöms ha påverkan inom den planerade containerterminalen men beroende på var olyckan sker inom terminalen kan även eventuell påverkan ske på närliggande verksamheter och andre person, exempelvis sker en olycka vid lastning/lossning till tåg närmre fastighetsgräns medan en olycka vid uppställda containers kan ske längre ifrån fastighetsgräns och omgivningen. Dock innebär de beräknade konsekvensavstånden att påverkan inte bedöms ske på tredje person eftersom skyddsavståndet från den planerade etableringen till plats där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt överstiger de beräknade konsekvensavstånden.

Sannolikheten för scenariot bedöms vara mycket låg. Tankar för trycksatta/kondenserade brandfarliga gaser har krav på tjocklek och motstånd mot fysisk åverkan. Dessa krav innebär att sannolikheten är cirka 30 gånger lägre för trycksatta gastankar att gå sönder till följd av yttre fysisk åverkan jämfört med andra tankar (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997). Dessutom utgör gods i klass 2.1 mindre än 0,2% av allt gods som hanteras (cirka 9% av farligt gods är klass 2 och farligt gods är cirka 2% av totala godsmängden, baserat på att cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning). Om gods utsätts för yttre fysisk åverkan är sannolikheten låg att det ska vara en 2.1 behållare och ännu lägre sannolikhet att det är en stor tank eftersom även mindre behållare hanteras.

I avsnitt 7 presenteras även riskreducerande åtgärder som reducerar sannolikheten för och konsekvensen av utsläpp och antändning av brandfarlig gas. Utifrån beräknad konsekvens och bedömd låg sannolikhet för detta scenario bedöms risken ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen och risken bedöms vara acceptabel.

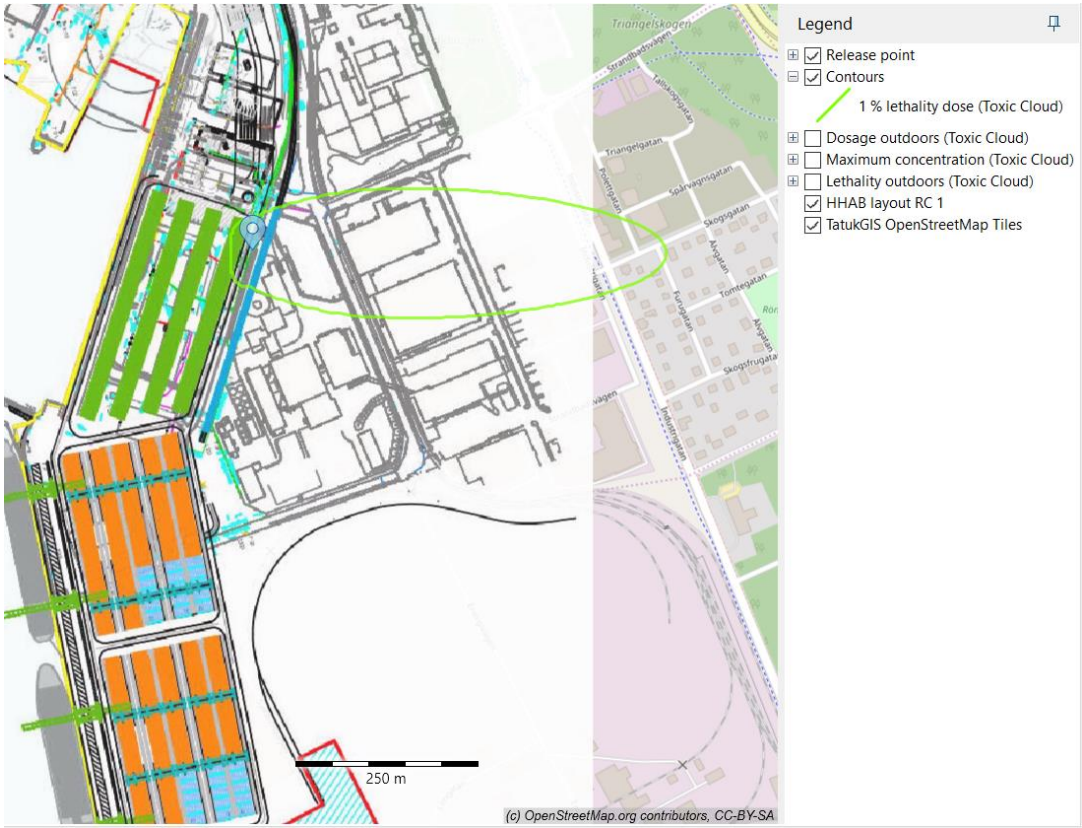
5.3.3 C - Utsläpp av giftig gas

Den tredje dimensionerande risken är risk C – Utsläpp av giftig gas till följd av plötslig oväntad händelse inom nya containerterminalen. Risk C bedöms kunna ske vid uppställning av containers eller i samband med lastning eller lossning av gods med giftig gas vilket innebär att avståndet till fastighetsgräns och omgivningen för scenariot varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

Ett worst-case scenario bedöms utgöras av scenario där det går hål på en stor gastank med giftig gas. Scenariot förutsätter yttre fysisk åverkan på gastanken. När gasen släpps ut sprider sig den toxiska gasen i utsläppets riktning och därefter med vindriktningen.

I genomförda konsekvensberäkningar har giftig gas representerats av den mycket giftiga gasen svaveldioxid. Svaveldioxid har valts framför exempelvis klor eftersom svaveldioxiden förväntas vara mer förekommande med avseende på närheten till Kemira och bedöms därför som mer representativ. Tanken har antagits vara 40 m^3 stor och hålet har ansatts motsvara en håldiameter som tömmer tanken på 10 minuter (beräknat cirka 88 mm håldiameter). Beräkningarna har genomförts med för platsen vanliga vindförhållanden, 3,4 m/s, se avsnitt 3.3.1.

I Figur 5.7 nedan presenteras konsekvensberäkningar genomförda i mjukvaran EFFECTS för utsläpp av giftig gas. Observera att placeringen av riskhändelsen i figuren är ett exempel, händelsen kan ske på flera ställen inom containerterminalen där gods står uppställt eller lastas/lossas. Den valda placeringen bedöms vara den värsta möjliga eftersom den sker i utkanten av området i direkt närhet till närliggande verksamheter och närmst områden där tredje person vistas.



Figur 5.7. Konsekvensberäkning, Risk C – Utsläpp av giftig gas. Figuren illustrerar värsta exempelplacering av olycka, avståndet till fastighetsgräns och omgivningen varierar beroende på var olyckan sker inom anläggningen.

För utsläpp av giftig gas är konsekvenserna som störst i vindriktningen eftersom gaserna sprider sig med vinden innan det antänds. I beräkningarna av konsekvensavstånd för worst case scenaro har utsläppet antagits vara helt horisontellt riktat in mot land och närliggande verksamheter samt områden med tredje person. Vindriktningen har antagits vara densamma som utsläppsriktningen vilket utgör konservativa antaganden.

Resultatet visar att konsekvensavståndet från utsläppspunkten är 559 meter till definierade skadekriterier för toxiska gaser, se avsnitt 10.4.1. De definierade skadekriterierna baseras på där dosen av toxiska gaser innebär 1% dödlighet för människor vilket innebär att personer förväntas kunna omkomma till följd av de toxiska gaserna.

Detta innebär att en sådan olycka kan ha påverkan inom den planerade containerterminalen och inom närliggande verksamheter och beroende på var olyckan sker inom området kan även eventuell påverkan ske på tredje person eftersom skyddsavståndet från den planerade etableringen till plats där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt understiger de beräknade konsekvensavstånden. Konsekvensen beror på var olyckan sker, exempelvis sker en olycka vid lastning/lossning till tåg närmre fastighetsgräns medan en olycka vid uppställda containers kan ske längre ifrån fastighetsgräns och omgivningen.

Sannolikheten för scenariot bedöms vara mycket låg, mindre än för tidigare presenterade dimensionerande risker eftersom det förväntas hanteras mycket liten andel gods med klass 2.3 inom containerterminal. Data från de två senaste åren visar att gods i klass 2.3 endast utgör cirka 0,04% av hanterat farligt gods vilket innebär att det utgör 0,001% av den totala godshanteringen (farligt gods är cirka 2% av totala godsmängden, baserat på att cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning).

Vid beräkning av individ och samhällsrisk för järnvägstransporter antas dock konservativt att större andel av klass 2 utgörs av giftiga gaser, se avsnitt 4.7. Detta bedöms till viss del ta hänsyn till risker med transporter av stora enheter med giftiga gaser till Kemira, bland annat svaveldioxid.

Likt för brandfarliga gaser har tankar för trycksatta/kondenserade giftiga gaser krav på tjocklek och motstånd mot fysisk åverkan. Dessa krav innebär att sannolikheten är cirka 30 gånger lägre för trycksatta gastankar att gå sönder till följd av yttre fysisk åverkan jämfört med andra tankar (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997). Om gods utsätts för yttre fysisk åverkan är sannolikheten låg att det ska vara en 2.3 behållare och ännu lägre sannolikhet att det är en stor tank eftersom även mindre behållare hanteras.

I avsnitt 7 presenteras även riskreducerande åtgärder som reducerar sannolikheten för och konsekvensen av utsläpp av giftig gas. Utifrån beräknad konsekvens och bedömd låg sannolikhet för detta scenario bedöms risken ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen och risken bedöms vara acceptabel.

5.3.4 D - Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring

Den fjärde dimensionerande risken är risk D – Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring av fartyg. Risk B bedöms kunna ske vid fartygskaj i samband med bunkring.

Ett worst-case scenario bedöms utgöras av scenario där det går hål på en stor tank med LNG vid bunkring. Scenariot förutsätter yttre fysisk åverkan på tanken. När LNG släpps ut kan antändning ske direkt i närheten av läckagepunkten vilket resulterar i en jetflamma eller fördröjd antändning efter utblandning med luft vilket resulterar i en gasmolnsbrand/explosion.

I genomförda konsekvensberäkningar har ett stort utsläpp av LNG från en 40 m^3 stor tank placerad vid kaj simulerats. Utsläppshålet som ansatts motsvarar en håldiameter som tömmer tanken på 10 minuter (beräknat cirka 64 mm håldiameter). Beräkningarna har genomförts med för platsen vanliga vindförhållanden, 3,4 m/s, se avsnitt 3.3.1.

I Figur 5.8 nedan presenteras konsekvensberäkningar genomförda i mjukvaran EFFECTS för antändning av utsläppt LNG vid bunkring. Observera att placeringen av riskhändelsen i figuren endast är ett exempel, händelsen kan ske på flera ställen längs med kajen. Den valda placeringen bedöms vara den värsta möjliga eftersom den sker i utkanten av området i närhet till närliggande verksamheter.

Figur 5.8. Konsekvensberäkning, Risk D – Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring

Konsekvenserna har beräknats dels för direkt antändning (jetflamma), dels för fördröjd antändning (gasmolnsexplosion). För gasmolnsexplosion är konsekvenserna som störst i vindriktningen eftersom det brännbara gasmolnet sprider sig med vinden innan det antänds. Jetflamman ger konsekvenser i utsläppsriktningen genom strålningsverkan. I beräkningar har utsläppet antagits vara helt horisontellt och vindriktningen har antagits vara densamma som utsläppsriktningen vilket utgör konservativa antaganden.

Resultatet visar att avstånden från tanken är 77 meter respektive 114 meter till de definierade skadekriterierna för övertryck vid en gasmolnsexplosion, se avsnitt 10.4.1. Byggnader och annan konstruktion bedöms kunna kollapsa inom 77 meter (vid övertryck 300 mbar) vilket innebär att personer kan omkomma till följd av nedfallande delar och splitter. Glassplitter som kan innebära dödliga skador (vid övertryck 100 mbar) sker inom 114 meter från explosionen. Resultatet visar vidare att avståndet är 105 meter till definierade skadekriterier för strålning från jetflamman (infallande strålning 10 kW/m^2) där människor kan skadas allvarligt.

Detta innebär att en sådan olycka främst bedöms ha påverkan inom den planerade containerterminalen. Vid bunkring av LNG i de södra delarna av kajen kan även viss påverkan ske mot Kemiras väteperoxidanläggning som är placerad i nära anslutning till de södra delarna av det planerade området. Dock innebär de beräknade konsekvensavstånden att påverkan inte bedöms ske på tredje person eftersom skyddsavståndet från den planerade etableringen till plats där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt överstiger de beräknade konsekvensavstånden.

Sannolikheten för scenariot bedöms vara låg eftersom tankar för trycksatta/kondenserade brandfarliga gaser har krav på tjocklek och motstånd mot fysisk åverkan. Dessa krav innebär att sannolikheten är cirka 30 gånger lägre för trycksatta gastankar att gå sönder till följd av yttre fysisk åverkan jämfört med andra tankar (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997). Dessutom ska goda rutiner säkerställas för hantering av LNG vid eventuell framtida bunkring. Trots den låga sannolikheten bedöms det lämpligt att som riskreducerande åtgärd införa ett skyddsavstånd från LNG bunkring vid kaj till Kemiras väteperoxidanläggning om minst 150 meter (inkluderar säkerhetsmarginal) baserat på genomförda beräkningar.

I avsnitt 7 presenteras samtliga riskreducerande åtgärder som reducerar sannolikheten för och konsekvensen av utsläpp och antändning av LNG vid bunkring. Utifrån beräknad konsekvens och bedömd låg sannolikhet för detta scenario bedöms risken ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen och risken bedöms vara acceptabel.

5.3.5 E – Trafikolycka med fordon som skenar in i Kemiras väteperoxidfabrik

Risk E utgörs av ett riskscenario där en lastbil/dragbil inom nya containerterminalen skenar in på Kemiras anläggning och kör in i väteperoxidfabriken. Konsekvenserna har inte beräknats för denna risk. För konsekvenser vid olycka i väteperoxidfabriken hänvisas till Riskutredning upprättad av Kemira.

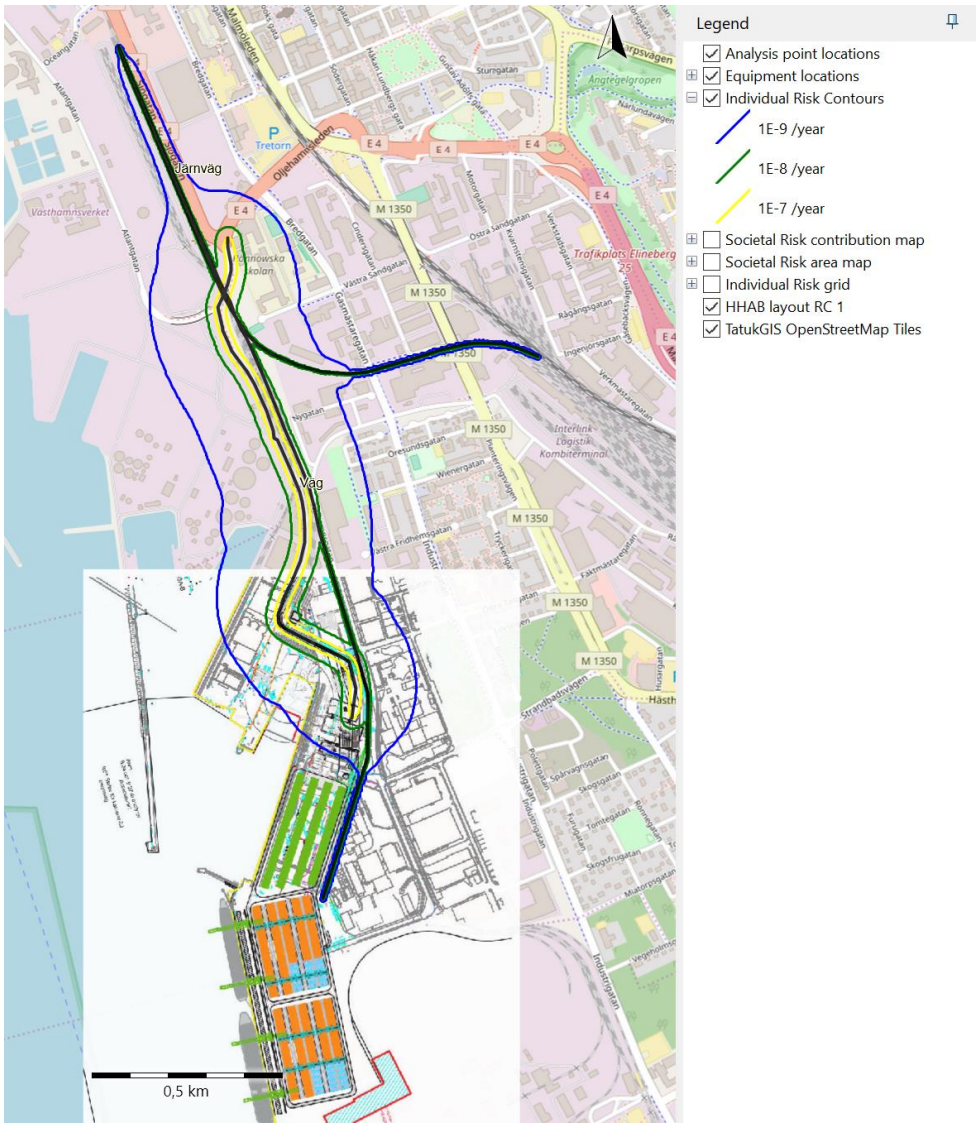
Utifrån presenterade åtgärder med sänkt hastighet samt fysisk barriär i form av vägräcke som förhindrar ett skenande fordon från att köra in på Kemiras anläggning bedöms risken ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen.

5.4 Farligt gods transporter till och från verksamheten

För farligt gods transporter på väg och järnväg till och från nya containerterminalen har en kvantitativ riskuppskattning genomförts för att undersöka riskbilden i området med hjälp av beräkningar i mjukvaran RISKCURVES. Risknivån presenteras med riskmåtten individrisk och samhällsrisk. I avsnitten nedan redovisas resultaten för beräkningarna. Tillvägagångssätt för beräkningar samt relevanta indata och antaganden som har gjorts vid beräkningar presenteras i Bilaga A – Beräkningar.

5.4.1 Individrisk

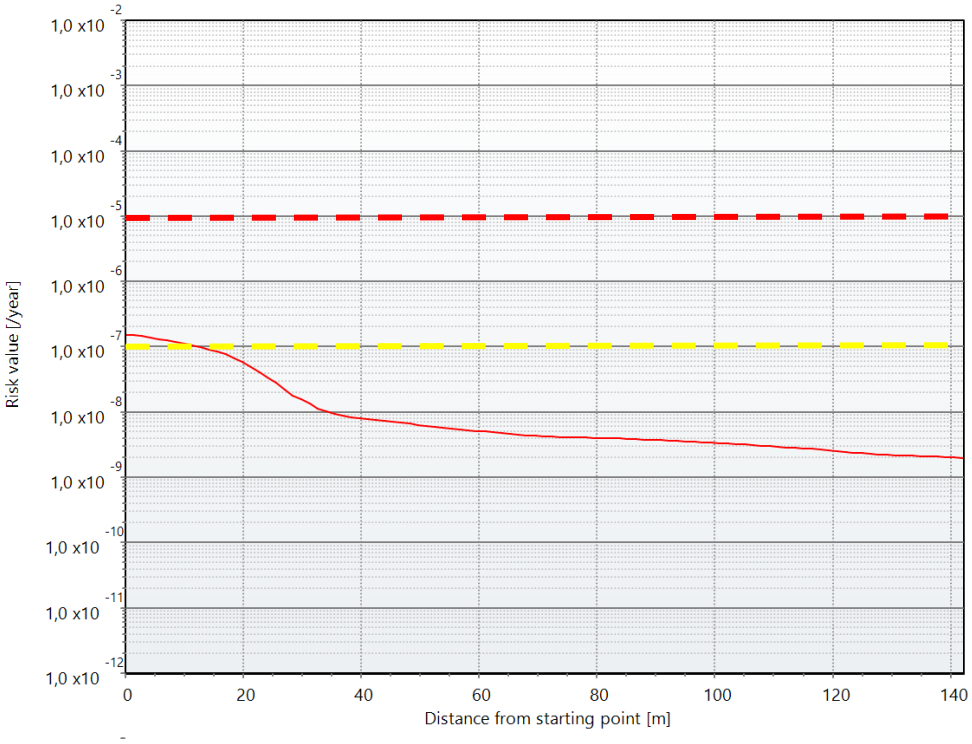
Figur 5.9 illustrerar en översiktlig bild över individriskkonturerna som har beräknats längs med de aktuella transportsträckorna via väg och järnväg för farligt gods till och från anläggningen.



Figur 5.9. Individriskkonturer för de aktuella transportsträckorna till och från anläggningen. De gula konturerna illustrerar individrisken 10^{-7}, gröna konturerna illustrerar individrisken 10^{-8} och de blå konturerna illustrerar individrisken 10^{-9}.

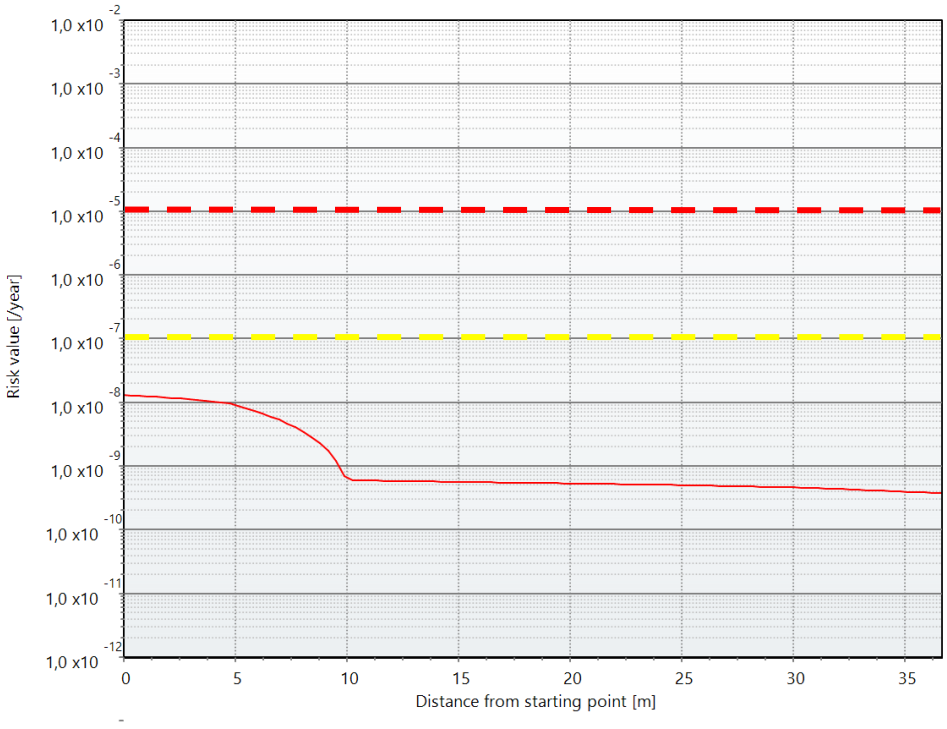
Den gula konturen som illustrerar individrisken 10^{-7} utgör den nedre gränsen i ALARP-området för satta acceptanskriterier, se avsnitt 2.5. Detta innebär att innanför den gula konturen bedöms risken vara förhöjd, dock inom nedre delen av ALARP-området.

Transporter av farligt gods via väg till och från anläggningen genererar risknivåer som överstiger individrisken 10^{-7} i vägens direkta närområde. I Figur 5.10 nedan illustreras en individriskkurva för transporter av farligt gods på väg. Figuren visar att individrisken överstiger 10^{-7} inom ett horisontellt avstånd om cirka 12 meter från vägen.



Figur 5.10. Individriskkurva - transporter av farligt gods på väg till och från anläggningen

Transporter av farligt gods via järnväg till och från anläggningen genererar inte risknivåer som överstiger individrisken 10^{-7}. I Figur 5.11 nedan illustreras en individriskkurva för transporter av farligt gods på järnväg.



Figur 5.11. Individriskkurva - transporter av farligt gods på järnväg till och från anläggningen

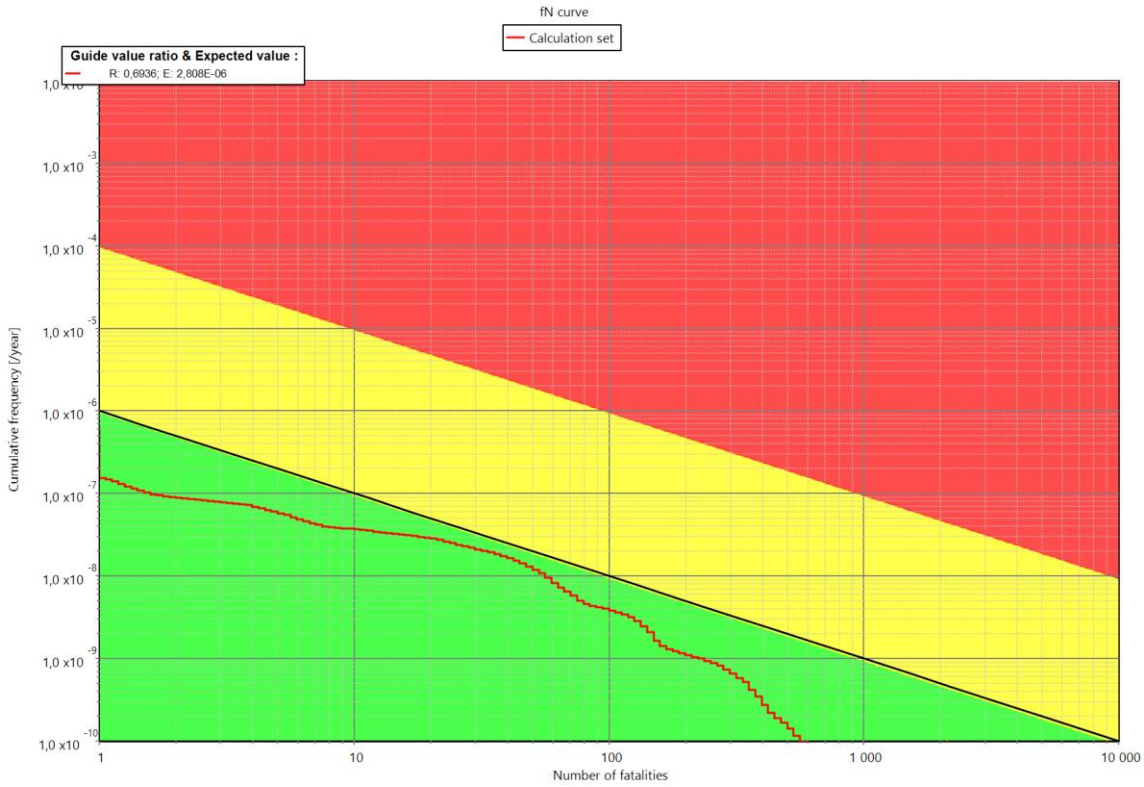
Individriskberäkningar visar att riskerna från olyckor med farligt gods vid transporter till och från nya containerterminalen är låga. De låga risknivåerna beror på den låga frekvensen för farligt godsolyckor som beräknats för både väg och järnväg. Frekvensen har beräknats som låg till följd av framförallt låga hastigheter längs med transportsträckorna samt begränsat antal transporter med farligt gods. Resultatet visar att individrisken är högre intill vägen än intill järnvägen.

Tredje person bedöms inte utsättas för oacceptabel individrisk, risken överstiger inte den undre gränsen för ALARP-området där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt. Individrisken bedöms således befinna sig på acceptabla nivåer längs med både väg och järnvägstransporterna till och från den planerade containerterminalen.

5.4.2 Samhällsrisk

Samhällsrisken har beräknats för hela närområdet längs med de aktuella transportsträckorna för farligt gods via väg och järnväg. Beräkning av samhällsrisk utgår ifrån de beräknade individriskerna och väger hur många personer som utsätts för dessa risker. För antagna personantal i närområdet som använts för beräkning av samhällsrisk se avsnitt 10.5.

I Figur 5.12 nedan visas resultatet från beräkningar av samhällsrisk för transporter av farligt gods via väg och järnväg till och från anläggningen i form av en FN-kurva. Det gula området illustrerar ALARP-området för samhällsrisk, se avsnitt 2.5. Resultatet visar att samhällsrisken befinner sig på acceptabla risknivåer, under den nedre ALARP-gränsen.



Figur 5.12. FN-kurva som visar samhällsrisken i närheten av anläggningen. Det gröna området innebär acceptabla risker, det gula området är ALARP-området och det röda området innebär icke acceptabla risker.

5.5 Samlad bedömning av riskuppskattning och riskvärdering

Konsekvensberäkningar visar att dimensionerande riskscenarier har begränsad påverkan utanför verksamhetsområdet. Beroende på var inom området som olyckan sker, vilken riktning ett eventuellt utsläpp har, vindförhållanden (vindriktning och vindhastighet) kan de dimensionerande riskerna innebära påverkan på närliggande verksamheter och personer inom dessa verksamheter. För dimensionerande scenario C kan under särskilda omständigheter påverkan ske på tredje man. Dock bedöms sannolikheten vara mycket låg för dessa scenarier. Förutsatt att riskreducerande åtgärder presenterade i avsnitt 7 implementeras bedöms den sammanvägda risken, med avseende på sannolikhet och konsekvens, ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder i enlighet med ALARP-principen.

Tredje person bedöms inte utsättas för oacceptabel risk med avseende på risker från transporter med farligt gods till och från anläggningen. Individrisken är i den nedre delen av ALARP-området för vägtransporter i vägens absoluta närhet (12 meter). Individrisken bedöms vara under ansatta acceptanskriterier för områden där tredje person förväntas vistas mer än tillfälligt längs med både väg och järnvägstransporterna till och från den planerade containerterminalen. Även samhällsrisken bedöms utifrån beräkningar vara under ansatta acceptanskriterier.

6. Känslighetsanalys

I detta avsnitt presenteras en känslighetsanalys genomförd för de dimensionerande riskerna med avseende på varierande vindhastigheter. Vindhastigheten utgör en indataparameter som förväntas ha påverkan på konsekvensavstånden vid utsläpp av gaser. Vindhastigheten har varierats för att för att undersöka hur olika vindhastigheter kan påverka de beräknade konsekvensavstånden för aktuella scenarier. De scenarier som inkluderats i känslighetsanalysen är scenario B, C och D eftersom de inkluderar utsläpp av gaser.

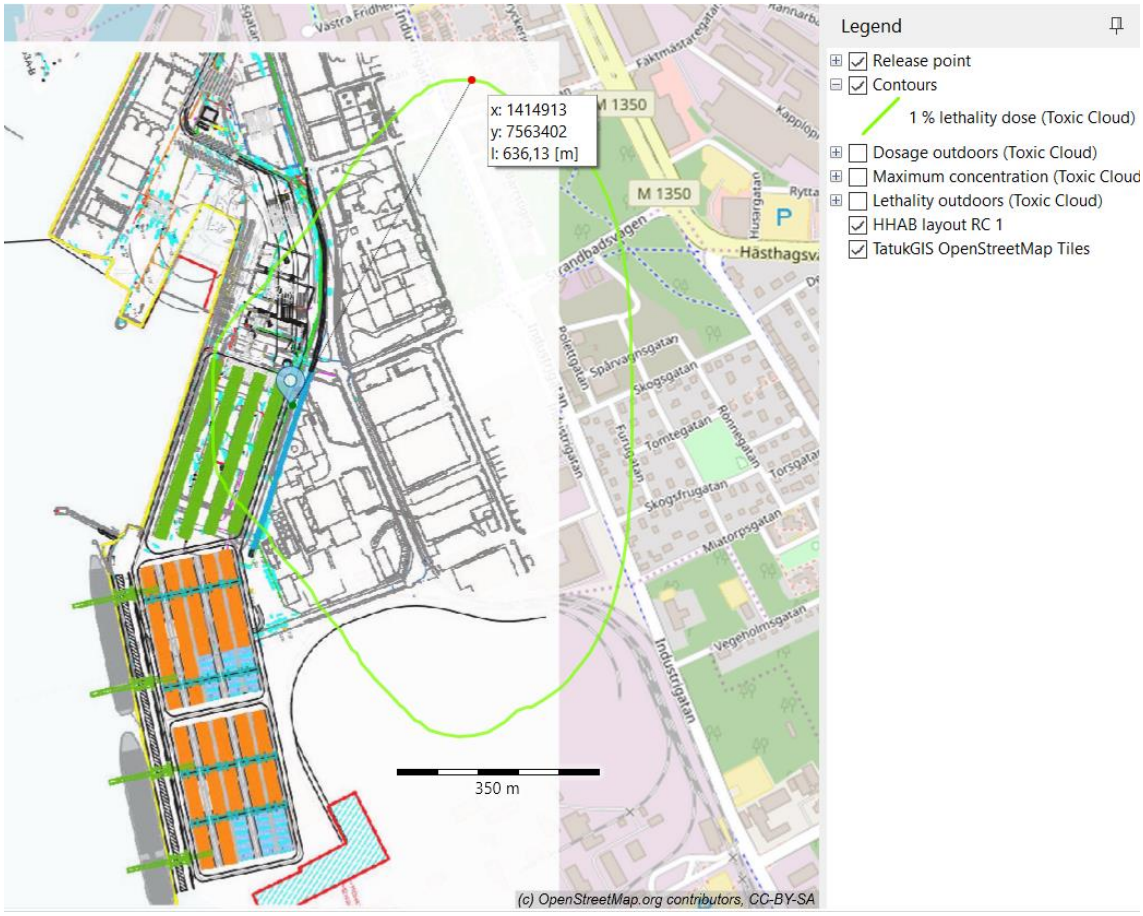
För scenario B och D där brandfarliga gaser och LNG släpps ut och antänds visar beräkningarna i känslighetsanalysen att utsläppet beter sig ungefär likadant oavsett vindhastighet, konsekvensavstånden är som störst i utsläppets riktning, dock med varierande avstånd för det brännbara gasmolnets utbredning. För scenario C visar känslighetsanalysen att det toxiska gasmolnet beter sig annorlunda vid utsläpp som sker när vindhastigheten i omgivningen är låg. Gasplymen med farliga nivåer av toxiska gaser breder ut sig aningen längre i utsläppets riktning än vid medel vindhastigheter, men breder ut sig betydligt längre i sidled i förhållande till utsläppets riktning.

Figur 6.1 nedan illustrerar den toxiska gasplymens utbredning för dimensionerande scenario C vid låga vindhastigheter (0,7 m/s). Beräkningen visar att konsekvensavståndet till definierade skadekriterier vid dessa förhållanden är cirka 636 meter i cirka 45 graders vinkel från utsläppsriktningen. Detta är viktig kunskap att tillämpa för rutiner för agerande vid olycka, beroende på vindhastigheten och vindriktningen behöver personer förflytta sig på olika sätt för att påverkas så lite som möjligt av ett toxiskt gasmoln.

I Tabell 6 nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd för medel, låg respektive hög vindhastighet för de dimensionerande scenarierna med utsläpp av gaser (B, C och D).

Resultatet från känslighetsanalysen visar att generellt är konsekvenserna större vid låga vindhastigheter vilket beror på att vinden inte späder ut gasmolnen i samma utsträckning som vid högre vindhastigheter.

Känslighetsanalysen visar att det finns variationer i de resultat som presenterats i avsnitt 5.3 och som utgör grund för riskvärderingen av de dimensionerande scenarierna. De beräknade konsekvensavstånden varierar både uppåt och neråt beroende på indata vilket innebär att även risknivån har variationer både uppåt och neråt. Sammantaget bedöms inte resultatet av känslighetsanalysen innebär så stora skillnader i konsekvensavstånd att riskvärderingen ändras.



Figur 6.1. Känslighetsanalys - Konsekvensavstånd scenario C låga vindhastigheter (0,7 m/s).

Tabell 6. Känslighetsanalys – Konsekvensavstånd (vinkelrätt) för dimensionerande scenarier vid olika vindhastigheter.

Scenario	Konsekvens	Konsekvens-avstånd medel vindhastighet	Konsekvens-avstånd låg vindhastighet	Konsekvens-avstånd hög vindhastighet
B	Jetflamma - värmestrålning	117 meter	126 meter	103 meter
B	Gasmolnsexplosion - byggnadskollaps	81 meter	120 meter	59 meter
B	Gasmolnsexplosion - glassplitter	120 meter	177 meter	88 meter
C	Toxisk dos – 1% dödlighet	559 meter	632 meter	237 meter
D	Jetflamma - värmestrålning	105 meter	124 meter	92 meter
D	Gasmolnsexplosion - byggnadskollaps	77 meter	115 meter	57 meter
D	Gasmolnsexplosion - glassplitter	114 meter	172 meter	85 meter

7. Riskreducerande åtgärdsförslag

Nedan presenteras riskreducerande åtgärdsförslag för att reducera riskerna till acceptabla risknivåer. I den vänstra kolumnen presenteras Risk ID (se Bilaga B), för de risker som är dimensionerande och hanteras i avsnitt 5.3 anges även bokstaven för de dimensionerande riskerna (A-E) inom parentes.

Risk ID[1]	Kort beskrivning av risken	Riskreducerande åtgärdsförslag
8	Uppställt gods, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
9 (C)	Uppställt gods, giftig gas släpps ut och antänds p.g.a. vind välter container	• Säkerställ rutiner för kontroll, kartläggning och separering av containers med farligt gods. • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA (viktigt meddelande till allmänhetenheten) vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation.
11	Uppställt gods, giftig gas släpps ut och antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att begränsa brand i tidigt skede om möjligt • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i anslutning till uppställt farligt gods. • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation.
12 (C)	Uppställt gods, giftig gas släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser. • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att

[1] Se Bilaga B – Sammanställning av riskidentifiering och riskskattning

		gå inomhus och stänga fönster och ventilation.
13 (A)	Uppställt gods, explosiva ämnen antänds p.g.a. vind välter container	• Säkerställ rutiner för kontroll, kartläggning och separering av containers med farligt gods.
14 (A)	Uppställt gods, explosiva ämnen antänds p.g.a. självantändning	• Säkerställ goda rutiner för kontroll av uppfyllande av ADR/RID regelverk. (om dessa uppfylls ska självantändning inte vara möjligt)
15	Uppställt gods, explosiva ämnen antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att begränsa brand i tidigt skede om möjligt • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i anslutning till uppställd container med farligt gods
16	Uppställt gods, explosiva ämnen antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
18	Uppställt gods, oxiderande ämnen eller organiska peroxider antänds p.g.a. självantändning	• Säkerställ rutiner för hantering av spill. • Säkerställ att ämnen i klass 5 inte blandas med annat brännbart material då fås ingen självantändning
19	Uppställt gods, oxiderande ämnen eller organiska peroxider antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att begränsa brand i tidigt skede om möjligt • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i anslutning till uppställd container med farligt gods
24	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, brandfarlig vätska släpps ut och antänds p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka i samband med lastning/lossning • Säkerställ rutiner för agerande vid utsläpp för att reducera sannolikhet för antändning
26	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, brandfarlig vätska släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan (ex. påkörning)	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från dragbil • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
27	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka i samband med lastning/lossning • Säkerställ rutiner vid utsläpp för att reducera sannolikhet för antändning
29 (B)	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan (ex. påkörning)	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från dragbil • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats

30 (C)	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, giftig gas släpps ut p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka (förflytta sig ur vindriktning) • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation • Säkerställ goda rutiner för hantering av farligt gods (giftiga gaser) i samband med lastning/lossning
31	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, giftig gas släpps ut p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods • Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka (förflytta sig ur vindriktning) • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
32 (C)	Lastning/lossning av lastbil/dragbil, giftig gas släpps ut p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från dragbil • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
34	lastning/lossning av lastbil/dragbil, explosiva ämnen antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods
35 (A)	lastning/lossning av lastbil/dragbil, explosiva ämnen antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från dragbil • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
37	Explosion av oxiderande ämnen eller organiska peroxider pga uppvärmning av inneslutning vid extern brand vid lastning/lossning från lastbil/dragbil	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods
39	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till lastbil/dragbil pga bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka

41	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till lastbil/dragbil p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från dragbil • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
45	Lastning/lossning av järnväg, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka • Säkerställ rutiner vid utsläpp för att reducera sannolikhet för antändning
47 (B)	Lastning/lossning av järnväg, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan (ex. påkörning)	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från tåg • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
48 (C)	Lastning/lossning av järnväg, giftig gas släpps ut p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka (förflytta sig ur vindriktning) • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
49	Lastning/lossning av järnväg, giftig gas släpps ut p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
50 (C)	Lastning/lossning av järnväg, giftig gas släpps ut p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från tåg • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
52	lastning/lossning av järnväg, explosiva ämnen antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods
53	lastning/lossning av järnväg, explosiva ämnen antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från tåg • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
55	Explosion av oxiderande ämnen eller organiska peroxider p.g.a. uppvärmning av inneslutning vid extern brand vid lastning/lossning från järnväg	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods

60	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till järnväg p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka
62	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till järnväg p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker från tåg • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats
63	Lastning/lossning av fartyg, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka • Säkerställ rutiner vid utsläpp för att reducera sannolikhet för antändning
65 (B)	Lastning/lossning av fartyg, brandfarlig gas släpps ut och antänds p.g.a. fysisk åverkan (ex. påkörning)	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker samt område under kran • Säkerställ begränsad trafik vid plats där kran lastar gods/container
66 (C)	Lastning/lossning av fartyg, giftig gas släpps ut p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka (förflytta sig ur vindriktning) • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
67	Lastning/lossning av fartyg, giftig gas släpps ut p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
68 (C)	Lastning/lossning av fartyg, giftig gas släpps ut p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker samt område under kran • Säkerställ begränsad trafik vid plats där kran lastar gods/container • Säkerställ rutiner för utfärdande av VMA vid större utsläpp som uppmanar personer att gå inomhus och stänga fönster och ventilation
70	lastning/lossning av fartyg, explosiva ämnen antänds p.g.a. extern brand	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods

71	lastning/lossning av fartyg, explosiva ämnen antänds p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker samt område under kran • Säkerställ begränsad trafik vid plats där kran lastar gods/container
73	Explosion av oxiderande ämnen eller organiska peroxider p.g.a. uppvärmning av inneslutning vid extern brand vid lastning/lossning från fartyg	• Säkerställ rutiner för att avbryta lastning/lossning vid brand • Säkerställ rutiner för evakuering vid okontrollerad brand i samband med lastning/lossning av farligt gods
75	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till fartyg p.g.a. bristfällig hantering	• Säkerställ regelbunden utbildning kring lastning/lossning av farligt gods, vilka risker det medför och rutiner för hur personal ska agera vid en olycka
77	Utsläpp av övriga farliga ämnen vid lastning/lossning från/till fartyg p.g.a. fysisk åverkan	• Säkerställ avgränsat område där lastning/lossning sker samt område under kran • Säkerställ begränsad trafik vid plats där kran lastar gods/container
81	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, brandfarlig gas antänds p.g.a. kollission mellan två fordon	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
82	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, brandfarlig gas antänds p.g.a. påkörning av stationärt objekt	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
83	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, brandfarlig gas antänds p.g.a. singelolycka - lastbil välter	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
84	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, giftig gas släpps ut p.g.a. kollission mellan två fordon	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
85	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, giftig gas släpps ut p.g.a. påkörning av stationärt objekt	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
86	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, giftig gas släpps ut p.g.a. singelolycka lastbil välter	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
87	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, explosiva ämnen antänds p.g.a. kollission mellan två fordon	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser

88	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, explosiva ämnen antänds p.g.a. påkörning av stationärt objekt	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
89	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, explosiva ämnen antänds p.g.a. singelolycka - lastbil välter	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
93	Trafikolycka med lastbil inom containerterminal, explosion av oxiderande ämnen eller organiska peroxider pga uppvärmning av inneslutning vid extern brand p.g.a. olyckan	• Sänkt hastighet för fordon inom området • Säkerställ rutiner för agerande vid olycka • Uppför påkörningsskydd/räcke eller annan fysisk barriär vid känsliga platser
102	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, brandfarlig gas antänds p.g.a. kollision	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad brand evakuera
103	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, brandfarlig gas antänds p.g.a. urspårning	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad brand evakuera
104 (C)	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, giftig gas släpps ut p.g.a. kollision	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad olycka/brand evakuera
105 (C)	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, giftig gas släpps ut p.g.a. urspårning	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad olycka/brand evakuera
106	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, explosiva ämnen antänds p.g.a. kollision	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad brand evakuera
107	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, explosiva ämnen antänds p.g.a. urspårning	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad brand evakuera
110	Trafikolycka med tåg inom containerterminal, utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider med extern brand p.g.a. olyckan	• Säkerställ bra underhåll av tågräls inom området • Säkerställ rutiner vid trafikolycka med tåg inom terminalen, vid okontrollerad brand evakuera

113	Utsläpp av brandfarlig vätska vid bunkring av fartyg utan antändning	• Säkerställ att rutiner för säker bunkring finns och efterföljs
116 (D)	Utsläpp och antändning av LNG vid bunkring av fartyg p.g.a. fysisk åverkan tex påkörning	• Implementera särskilda säkerhetsåtgärder och rutiner m.a.p. LNG hantering, likt LNG eller gasolhantering i andra verksamheter t.ex. biogasmackar • Tillämpliga regelverk och praxis ska följas • Säkerställ avgränsat område där bunkring sker • Säkerställ begränsad trafik vid denna plats • Säkerställ minst 150 meter från plats för LNG bunkring till Kemiras väteperoxidfabrik
121	Sönderfall av väteperoxid i inneslutning på Kemiras anläggning	• Säkerställ rutin inom HHAB att vid uppmaning från Kemira om risk för explosion till följd av uppvärmning av innesluten väteperoxid evakuera 300 meter runt väteperoxidfabrik
127	Brand i containers/elfordon innebär strålningsverkan på väteperoxid	• Säkerställ att farligt gods containers med hög brandbelastning inte placeras i direkt anslutning till Kemiras anläggning • Säkerställ rutiner för brandberedskap inom HHAB organisation, kan begränsa brandens omfattning • Rutin att vid omfattande brand som inte kan begränsas och som bedöms påverka inneslutning av väteperoxid evakuera 300 meter runt väteperoxiden
128 (E)	Trafikolycka, dragbil/lastbil inom HHAB skenar in i Kemiras väteperoxidfabrik	• Upprätta en fysisk barriär i form av exempelvis skyddsräcke som förhindrar fordon från att skena in på Kemiras väteperoxidanläggning • Sänkt hastighet för fordon inom området
134	Lantmännen dammexplosion, splitter från tryckavlastning	• Placera inte kontor i direkt närhet[2] av Lantmännens silos vilket reducerar sannolikheten för att splitter ska skada personer (Tryckavlastningsluckor endast på tak på silos hos Lantmännen, ingen tryckavlastning riktad mot etableringsområde - låg sannolikhet att splitter ska skada personer)
143	Brand i batteri (litiumjon)	• Säkerställ bra underhåll och goda rutiner för kontroll av batterier • Använd inte batterier som misstänks vara bristfälliga) • Miljökonsekvenser för brand hanteras i släckvattenutredning

[2] Eftersom tryckavlastningsluckor endast är placerade på taket på silos hos Lantmännen bedöms 50 meter vara tillräckligt skyddsavstånd för att minimera risken för skador till följd av splitter från en dammexplosion i silo.

144	Brand i eltruck/dragbil vid laddning. Flera elfordon kan stå uppställda nära varandra.	• Säkerställ bra underhåll av laddstationer • Säkerställ goda rutiner för kontroll av laddare och batterier • Använd inte batterier eller laddare som misstänks vara bristfälliga. • Miljökonsekvenser för brand hanteras i släckvattenutredning
145	Brand i elektrisk utrustning (ex travers)	• Säkerställ bra underhåll av elektrisk utrustning • Säkerställ goda rutiner för kontroll och användning av elektrisk utrustning • Använd inte utrustning som misstänks vara bristfällig • Miljökonsekvenser för brand hanteras i släckvattenutredning

8. Slutsats

Genomförd riskutredning för ny containerterminal visar att risknivåerna för personer i omgivningen bedöms vara acceptabla. Denna bedömning görs under förutsättning att de riskreducerande åtgärdsförslagen presenterade ovan implementeras och gäller under de förutsättningar i övrigt som beskrivs i denna rapport.

Förutsatt att riskreducerande åtgärder presenterade i avsnitt 7 implementeras bedöms den sammanvägda risken, med avseende på sannolikhet och konsekvens, från planerad verksamhet ha reducerats så långt det är möjligt med praktiskt genomförbara och ekonomiskt rimliga åtgärder. Tredje person bedöms inte utsättas för oacceptabel risk från vare sig verksamheten eller eventuella transporter med farligt gods till och från anläggningen.

9. Referenser

Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré.* Upplands Väsby: Upplands Väsby kommun.

Boverket. (2011). *Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd.*

Committee for the Prevention of Disasters. (1989). *Methods for the determination of possible damage - 'Green book*.* Voorburg: The Director-General of Labour.

Davidsson, G., Mett, L., & Lindgren, M. (1997). *Värdering av risk: FoU rapport.* Karlstad: Räddningsverket.

de Haag, P., & Ale, B. (1999). *Guideline for quantitative risk assessment - 'Purple book' CPR 18E.* Directorate-General for Social Affairs and Employment.

Fischer, S., Hertzberg, R., Jacobsson, O., Runn, K., Thaning, P., & Winter, S. (1997). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.* Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt.

Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolycka som drabbar omgivningen (Rapport 2001:5).* Banverket.

Gexcon. (den 19 januari 2022). *What are the Coloured Books?* Hämtat från https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/ den 05 september 2022

Gexcon. (u.d.). *EFFECTS version 11.5.2.*

Gexcon. (u.d.). *RISKCURVES version 11.5.2.*

Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport.* Karlstad: Räddningsverket.

Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport.* Karlstad: Räddningsverket.

Hedström, K. (2015). *ADR-S 2015.*

Hedström, K. (2015). *RID-S 2015.*

Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4).* Banverket.

Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanlys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4).* Banverket.

IPS. (2021). *ips.se*. Hämtat från Formulär.

Linderstad, H., & Ander, H. (1997). *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods.* Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (u.d.). *MSB RIB farliga ämnen - flygfotogen för turbinmotor*. Hämtat från https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=1025&q=flygfotogen&p=1 den 06 september 2022

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (u.d.). *MSB RIB Farliga ämnen Väte komprimerad*. Hämtat från https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=390&q=v%c3%a4tgas&p=1 den 06 september 2022

Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods. Farligt gods i vägtrafikolyckor (VTI rapport 3 387:3.* Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI).
PS Group. (2019). *Riskbedömning för bunkring av flytande metan (LNG) - Helsingborgs Hamn.*
Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail p. 234.*
Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, p. 234.*
Skolkollen. (2023). *Skolkollen.se*. Hämtat från Rönnowska skolan: https://skolkollen.se/ronnowskaskolan/statistik
SMHI. (u.d.). *SMHI Ladda ner meteorologiska observationer*. Hämtat från https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=wind,stations=core,stationid=136090 den 06 september 2022
Sweco. (2021). *Komplettering riskanalys ammoniak för Upfield AB i Helsingborg.*
Trafikanalys. (2012). *Godstransporter i Sverige Rapport 2012:7.* Stockholm: Trafikanalys.
Trafikanalys. (den 27 03 2021). *Lastbilstrafik 2021 Statistik 2022:16.* Trafikanalys. Hämtat från trafa.se: https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/2021/lastbilstrafik-2021.xlsx
Trafikanalys. (den 23 juni 2022). *Trafa.* Hämtat från https://www.trafa.se/globalassets/statistik/bantrafik/bantrafik/2021/bantrafik-2021.pdf den 09 september 2022
Trafikanalys. (u.d.). *Bantrafik 2020.*
Trafikverket. (2023). *NJDB på webb*. Hämtat från https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket den 05 september 2022
Trafikverket A. (den 29 05 2023). *Trafikverket.se*. Hämtat från NVDB på webb: https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket
Trafikverket. (u.d.). *Trafikuppgifter_buller_prognos-och_t9_20191015.*
UIC. (2002). *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone.* Paris: UIC.
VROM. (2005). *Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple bok" (CPR 18E).*

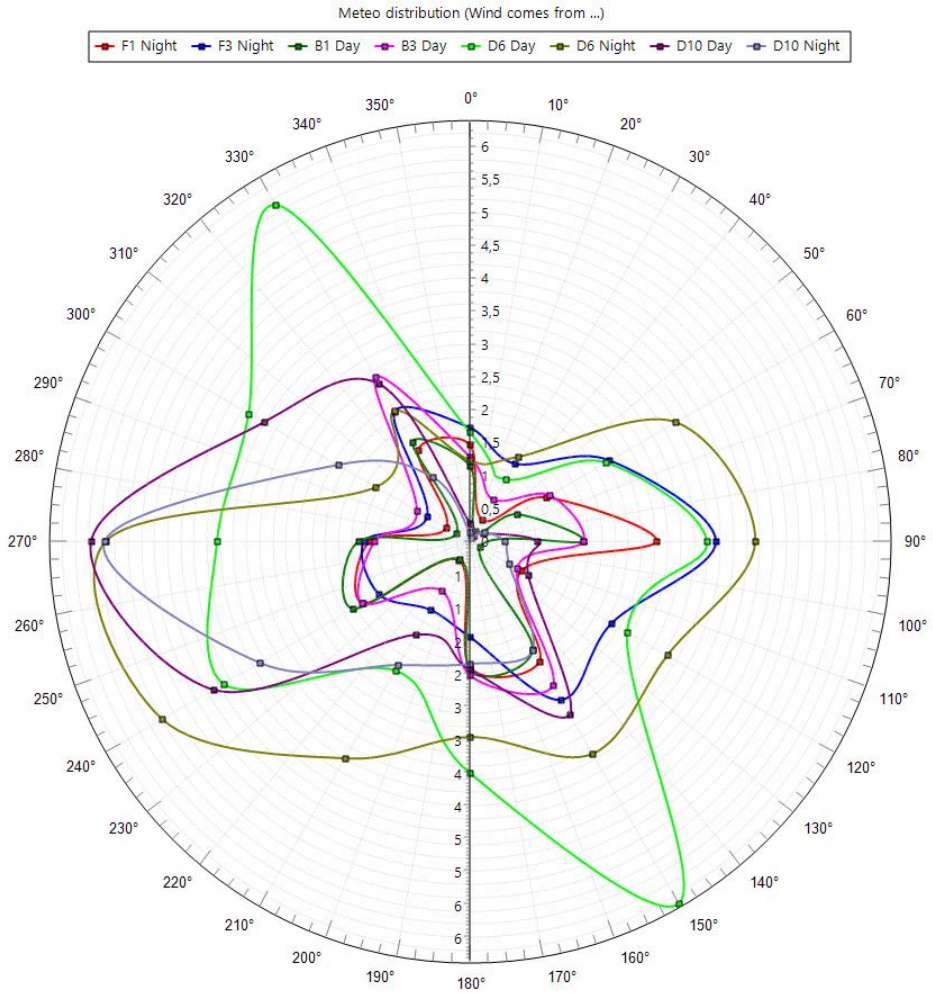
10. Bilaga A – Beräkningar

I denna bilaga presenteras tillvägagångssätt, mest relevanta indata och antaganden samt relevanta resultat för de beräkningar som genomförts i riskutredningen. Vid förfrågan kan bilagan kompletteras med fullständiga rapporter från mjukvaran RISKCURVES med detaljerade indata och fullständiga beräkningar och resultat.

10.1 Förutsättningar - Väder och vind

I beräkningarna som genomförts i RISKCURVES har samma vinddata som presenteras i avsnitt 3.3.1 använts. Denna har tagits fram med väderdata inhämtad från en av SMHI:s mätstationer. Utifrån denna vinddata har en fördelning av väderklasser innehållandes stabilitetsklass samt vindhastighet tagits fram och satts in i RISKCURVES. Stabilitetsklass bestäms av vindhastighet samt inkommande solstrålning (dagtid) respektive molntäcke (nattetid). Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.

Nedan i Figur 10.1 presenteras en vindros med vindriktning, väderklasser och vindhastighet som den redovisas i mjukvaran RISKCURVES. 0 grader utgör nordlig vindriktning, bokstaven står för stabilitetsklass A-F, där A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten.



Figur 10.1. Vindros som använts vid beräkningar i mjukvaran RISKCURVES.

10.2 Sannolikhetsbedömningar - Farligt gods på järnväg

För att kunna uppskatta risknivån från järnvägen mot omgivningen måste en bedömning av sannolikheten för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport av farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av två olycksfrekvensmodeller från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997) och från Banverket (nuvarande Trafikverket) (Fréden, 2001). Med hjälp av dessa modeller uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods. Vad som sker efter att utsläppet uppstått beskrivs separat för respektive farligt gods-klass i nedanstående underkapitel.

10.2.1 Olycka med farligt gods på järnväg

Banverkets modell för skattning av olycksfrekvensen på järnväg utgår från följande tänkbara skadehändelser för att uppskatta olycksfrekvensen (Fréden, 2001):

- Urspårning
- Kollision i samband med urspårning
- Sammanstötning mellan tåg
- Bränder
- Plankorsningsolycka
- Olycka vid växling/rangering

Nedan redovisas en beskrivning av respektive skadehändelse.

Urspårning

Frekvens för urspårning har beräknats med ekvation hämtad ur rapport från International Union of Railways (UIC) (UIC, 2002). Denna grundar sig i europeisk urspårningsstatistik, urspårningsfrekvenserna som anges i formeln stämmer även väl överens med svensk urspårningsstatistik (Andersson, 2014).

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

Ekvation 1. Frekvens för urspårning (Andersson, 2014).

I Tabell 7 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 7. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
F	Frekvens för urspårning	-
e_r	Urspårningsfrekvens per tågkilometer	<u>Godståg</u> spår utan växlar: 2,5 * 10^{-8} spår med växlar: 25 * 10^{-8} <u>Passagerartåg</u> spår utan växlar: 0,25 * 10^{-8} spår med växlar: 2,5 * 10^{-8}
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	d = v^2 / 100 , där v är tågets hastighet vid urspårning (60 km/h)
Z_d	Antal tåg per dygn	17,65 godståg

Det har i beräkningar ansatts att samtliga tåg är godståg samt att spåren har växlar. Dock utgör endast 2% av godset farligt gods (cirka 2% av hanterad volym i hamnen förväntas utgöras av farligt gods enligt verksamhetens bedömning) och beräkningen av frekvens för urspårning av godståg har därför multiplicerats med 2% för att få frekvens för urspårning av vagn med farligt gods. Denna frekvens har beräknats till $1{,}45 \times 10^{-6}$ urspårningar per år och kilometer längs med den aktuella sträckningen.

Utöver att leda till farligt godsolycka kan urspårningen även i innebära en direkt risk för människors liv i nära anslutning till järnvägen till följd av påkörning, vilket påverkar individrisken. Dock bedöms inte tredje man befinna sig stadigvarande i järnvägens direkta närhet.

För att göra en uppskattning av sannolikheten för påkörning används ekvationen nedan från UIC (UIC, 2002).

$$P = \left[\left(\frac{b-a}{b}\right)^2 + \left(\frac{b-(a+4{,}2)}{b}\right)^2\right] \times 0{,}25 \times \frac{c}{d}$$

Ekvation 2. Sannolikheten för påkörning (UIC, 2002).

I Tabell 8 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 8. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
P	Sannolikhet för kollision med byggnad	Varierar för olika avstånd a
a	Vinkelrätt avstånd mellan spår och byggnad	-
b	Maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna	B = $v^{0,55}$ = 11,14 meter, där v är tågets hastighet vid urspårning
c	det parallella avståndet längs spåret där byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a	$c = \frac{d}{b} \times (b-a)\ om\ b > a,$ $annars\ c = 0$
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	d = v^2 / 100, där v är tågets hastighet vid urspårning

Genom att multiplicera frekvensen för urspårning med sannolikheten för kollision i samband med urspårning fås frekvens för kollision med byggnad. Genom att variera avståndet till byggnad (a) kan frekvens för kollision med byggnad vid ett visst avstånd beräknas.

Ekvationerna är hämtade ur rapport från UIC (UIC, 2002) som tillämpas för konstruktioner som byggs intill järnväg och deras förmåga att klara kollision med urspårat tåg (exempelvis broar som byggs över järnväg), vilket innebär att ekvationen har begränsningar vid tillämpning på påkörning av personer i järnvägens närhet. Eftersom tredje man inte kommer vistas i järnvägens direkta närhet bedöms ekvationen kunna tillämpas för förenklade beräkningar av individrisk. Frekvensen för kollision med byggnad likställs med påkörning av person (på motsvarande plats) och person som blir påkörd antas omkomma.

Kollision med annat tåg i samband med urspårning

Ett urspårat tåg kan hamna inom intilliggande spårområde och orsaka en kollision. Detta kan i sin tur leda till en farlig godsolycka. Sannolikheten för kollision med en godsvagn som transporterar farligt gods i samband med en urspårning är låg, då det förutsätter att urspårning av vagn med farligt gods sker till annat spår samtidigt som ett annat tåg passerar utan att ha tillräcklig signalavstånd, reaktionssträcka och bromssträcka. Eftersom hastigheterna är låga längs den aktuella sträckan bedöms sannolikheten vara så låg att skadehändelsen inte är relevant att beakta i denna riskutredning.

Sammanstötning mellan tåg

Sannolikheten för sammanstötning mellan tåg har bedömts vara så låg att den inte är relevant i denna riskutredning (Fréden, 2001).

Bränder

Bränder kan orsakas av tågvagnar, till exempel om bromsarna ligger på permanent under drift. Heta järnpartiklar kan då antända brännbart material i närheten av rälsen. Den mest sannolika konsekvensen av detta är en gräsbrand, vilket ej skulle påverka planområdet. Vid antändning av till exempel en byggnad eller stora mängder brännbart material kan en stor brand uppstå. Denna händelse bedöms dock inte leda till några omedelbara dödliga skador. Denna händelse utreds därför ej vidare i denna riskutredning.

Plankorsningsolycka

Enligt kartstudier finns ett antal plankorsningar längs med den beaktade spårsträckan, dock är de aktuella områdena för järnvägssträckningen inom hamnområdet och delvis inhägnade, endast behörig personal har tillträde. Utifrån detta samt de låga hastigheterna längs med aktuell järnvägssträckning bedöms sannolikheten vara så låg att skadehändelsen inte är relevant att beakta i denna riskutredning.

Växling- eller rangeringsolycka

Inom det aktuella området kommer det ske växling. Den förhöjda risken för olycka till följd av växling bedöms ha inkluderats i urspårningen då faktorn ”urspårningsfrekvens per tågkilometer, e_r” i ekvationen för urspårning, se Ekvation 1, tar hänsyn till växlar med en faktor 10.

10.2.2 Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – RID-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd, 10-110 meter (Linderstad & Ander, 1997). Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning inkluderas därför endast transporter med massexplosiva varor.

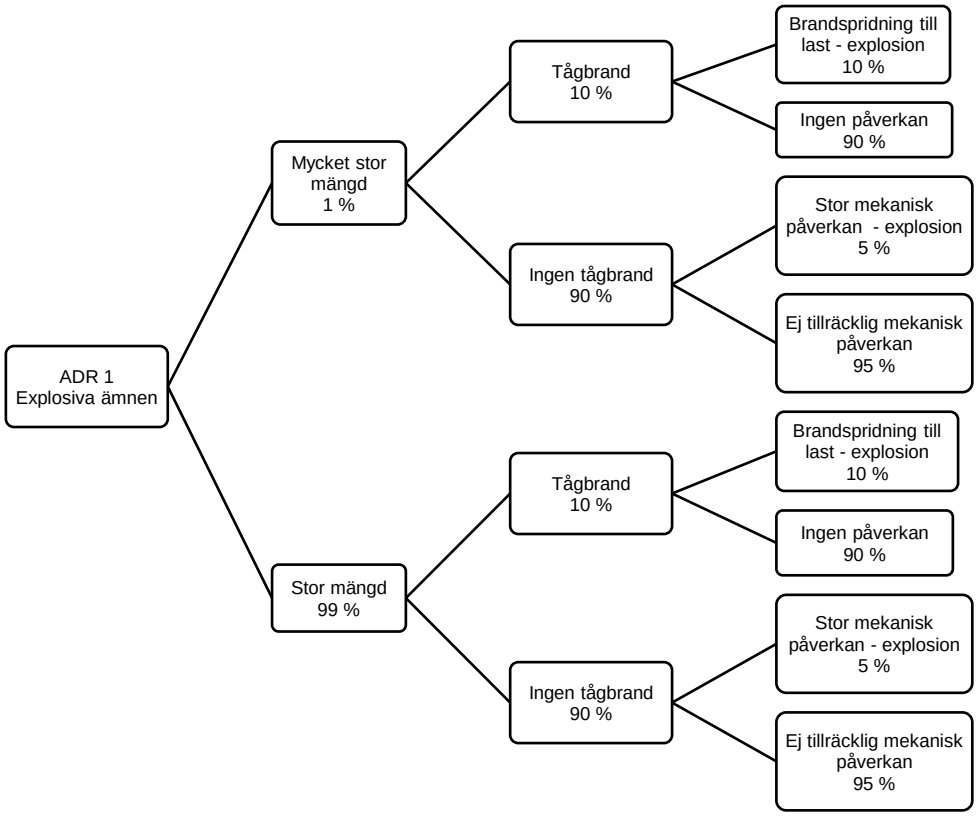
På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster då strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen. I denna utredning bedöms 1% av alla transporter på järnväg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last för väg som är 16 ton och alla övriga transporter antas vara lastade med 1000 kg vilket bedöms utgöra ett rimligt men konservativt antagande.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt behöver de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt låg. För järnvägsolycka bedöms den vara cirka 10%. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska sprida sig till last och antände de explosiva varorna bedöms vara 10%.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal

explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Tåg är konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Sannolikheten för detta har konservativt bedömts till 5% vid en kollision som inte leder till en tågbrand.

Händelseträdet i Figur 10.2 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på järnväg.



Figur 10.2. Händelseträd för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

10.2.3 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänds i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänds och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckage antänds.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma.

Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman få olika storlek. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman, dels genom värmestrålning från flamman.

Det andra scenariot bedöms ha mycket låg frekvens, men kan inträffa om tryckkärl värms upp av en extern brand och tryckkärlets säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske vid stort momentant utsläpp av hela tankens innehåll som en dominoeffekt av en jetflamma eller mycket kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänds direkt efter att utsläppet inträffat. Då kan ett gasmoln driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mänger gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår.

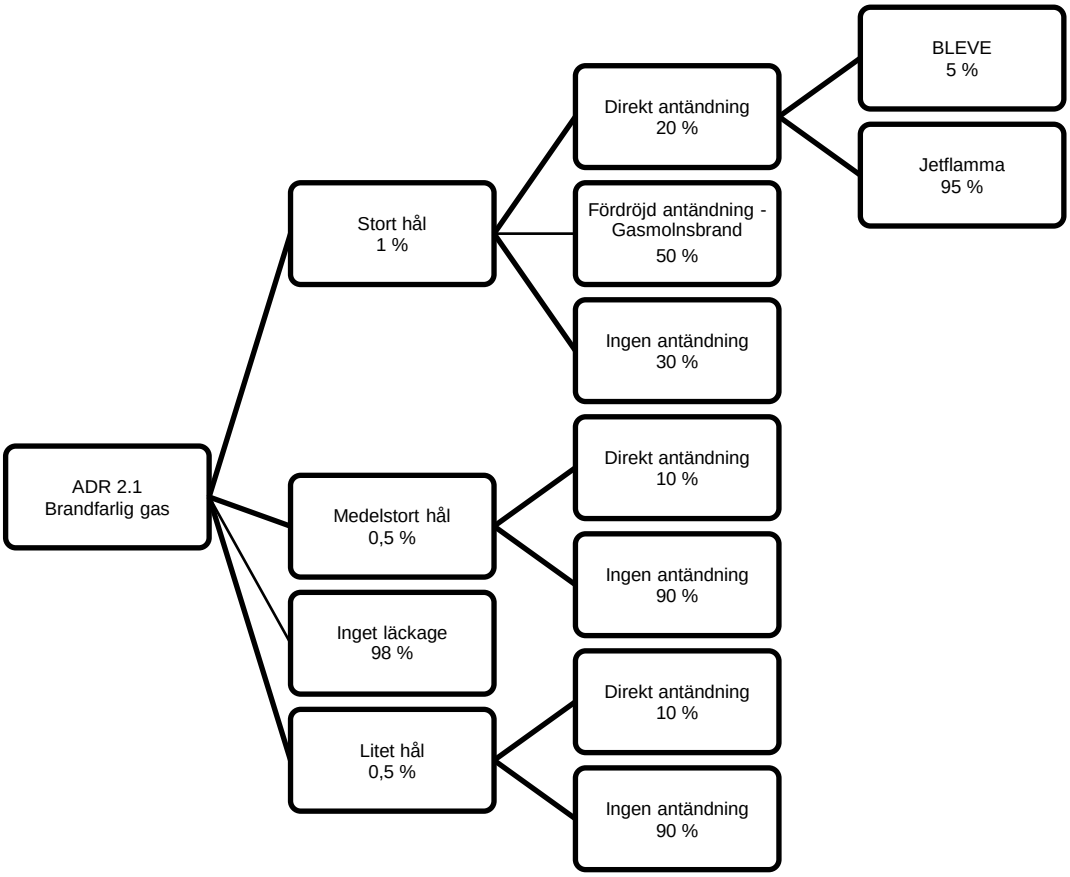
Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. För järnväg representeras utsläppets storlek för gaser vanligtvis av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp (Helmersson L. , 1994). I denna riskutredning antas i stället ett stort hål konservativt motsvara ett momentant utsläpp, där allt innehåll i transportbehållaren släpps ut på en gång för att även inkludera det värsta troliga scenariot. Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5% för litet respektive medelstort hål och 1% för stort hål (Fréden, 2001).

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När, eller om, gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 9 följer de antändningsscenarier som har beräknats.

Tabell 9. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997) (Nilsson, 1994) (Purdy G. , 1993)

Utsläpp järnväg	Omedelbar antändning	Fördröjd antändning	Ingen antändning
Litet utsläpp	10 %	0 %	90 %
Medelstort utsläpp	10 %	0 %	90 %
Stort utsläpp	20 %	50 %	30 %

En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 5% av fallen med direkt antändning för stort momentant utsläpp.



Figur 10.3. Händelseträd för RID-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Vid transport av brandfarlig gas har tryckkondenserad propan konservativt ansatts som den dimensionerande gasen eftersom propan är en vanlig brandfarlig gas och konsekvenserna vid utsläpp av kondenserad gas förväntas vara högre än för komprimerad brandfarlig gas, då BLEVE endast kan uppstå för kondenserad gas.

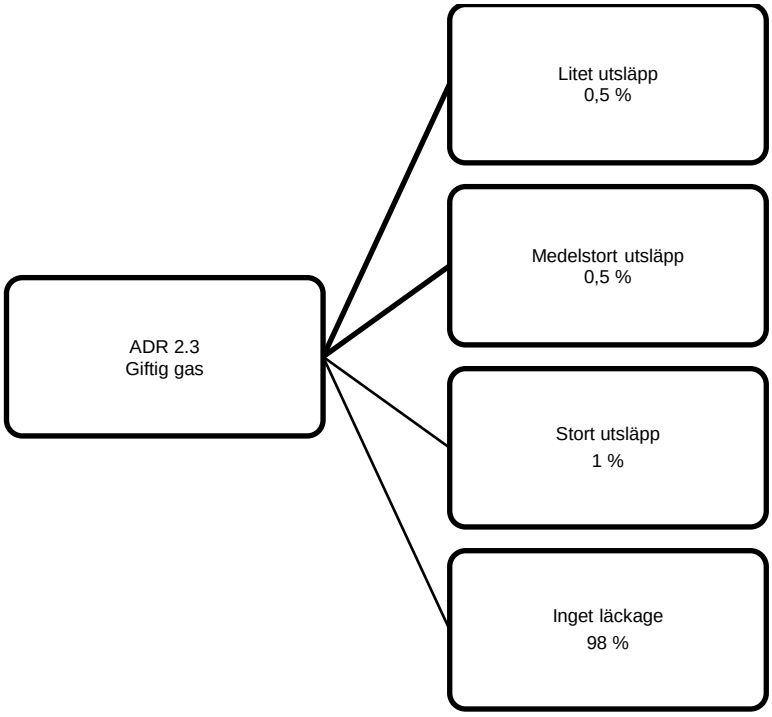
10.2.4 Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3

Farlig godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaser med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. Svaveldioxid har ansatts som dimensionerande utsläpp i riskutredningen eftersom det går relativt mycket järnvägstransporter med svaveldioxid via järnvägen till Kemiras anläggning. Gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden inom planområdet.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, vindriktning i området har beskrivits genom vindrosen som skapats i mjukvaran, se Figur 10.1.

Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. För järnväg representeras utsläppets storlek för gaser vanligtvis av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp (Helmersson L. , 1994). I denna riskutredning antas istället ett stort hål konservativt motsvara ett momentant utsläpp, där allt innehåll i transportbehållaren släpps ut på en gång för att även inkludera det värsta troliga scenariot. Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5% för litet respektive medelstort hål och 1% för stort hål (Fréden, 2001).



Figur 10.4. Händelseträd för RID-klass 2.3 – Giftiga gaser.

10.2.5 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänds. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänds sannolikt bensin och E85 mycket enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, vilket i beräkningarna har bedömts motsvara ämnet hexan.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Mjukvaran ger endast pölbrand som aktuellt antändningsfenomen utifrån aktuella förutsättningar och händelse bedöms därför inte

inträffa. Nedan i Tabell 10 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka på järnväg med brandfarlig vätska.

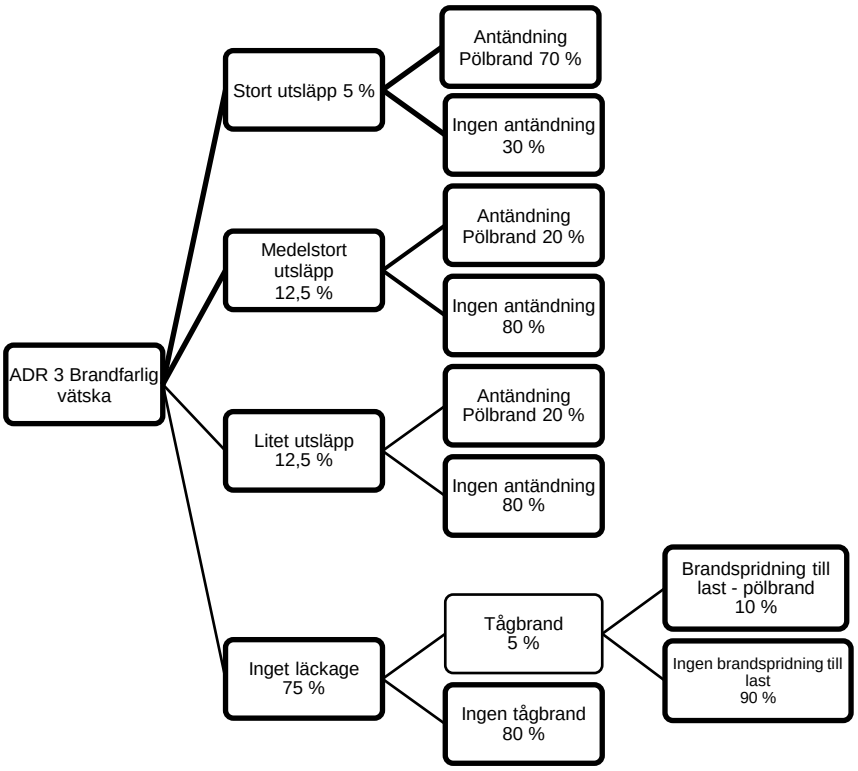
Tabell 10. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka på järnväg (Fréden, 2001).

Utsläppbeskrivning	Sannolikhet
Inget utsläpp	70 %
Medelstort/litet utsläpp	25 %
Stort utsläpp	5 %

I denna analys delas medelstort/litet utsläpp upp i två scenarier med 12,5% sannolikhet för att nyansera resultatet.

Sannolikhet för antändning av en pöl med brandfarlig vätska (vilket resulterar i en pölbrand) har ansatts till 0,7 för stort utsläpp och 0,2 för litet/medelstort utsläpp i enlighet med angivna värden för direkt antändning i *Purple Book* (VROM, 2005).

För händelsen inget läckage har det konservativt antagits kunna ske en tågbrand till följd av olyckan vid 5% av fallen och i givet en tågbrand har sannolikheten att branden sprider sig till last ansatts till 10%. Ett sådant händelseförlopp bedöms motsvara en stor pölbrand.



Figur 10.5. Händelseträd för RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

10.2.6 Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – RID-klass 5

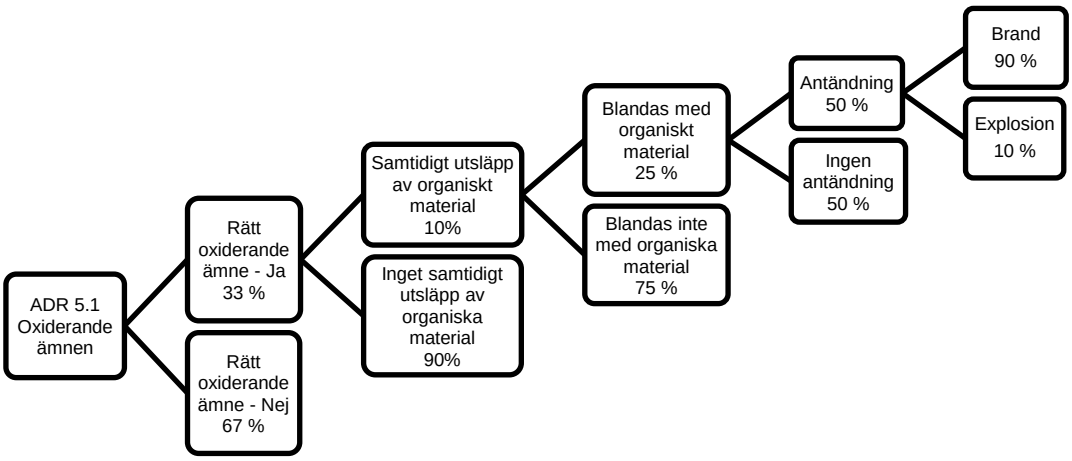
Ett utsläpp av ämnen i RID-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det

explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår.

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60% väteperoxid (Hedström K. , 2015) (Fischer, o.a., 1997). För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför som för klass 3 ämnen.

Vid en olycka med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10% av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25%. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50%. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90%) än en explosion (10%).



Figur 10.6. Händelseträd för RID-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

10.3 Sannolikhetsbedömningar – Farligt gods på väg

För att kunna uppskatta risknivån för transporter av farligt gods på väg måste en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

För transport med farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, 1997). Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods.

10.3.1 Olycka med farligt gods på väg

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredje person har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka (Hedenström & Lange, 1997).

Ekvation 3. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.

$$P_{olycka} = N * W_{ADR} Q * 10 - 6 * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

P_{olycka}	=	Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods
N	=	ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)
W_{ADR}	=	Andel för den specifika klassen farligt gods
Q	=	Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)
s	=	Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)
X	=	Andelen fordon skyltade med farligt gods
Y	=	Andelen singelolyckor
365	=	Antal dagar på ett år
I_{FG}	=	Index för farligt gods olycka

I Tabell 11 presenteras indata i ovanstående ekvation för E18.

Tabell 11. Indata för sannolikhetsfördelningar.

Indata	Värde	Kommentar
N	1534	Årsdygnsmedeltrafik, medelvärdet per dygn utifrån 560 000 lastbilstransporter om året (280 00 transporter till och 280 000 transporter från anläggningen).
W_{ADR}	-	Andel för respektive farligt godsklass, se Tabell 4.
Q	1,00	Motsvarar en områdesväg med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort.
s	1,00	Har ansatts till 1,00 eftersom vi är intresserade av frekvens för olycka per kilometer och år.
X	0,02	Baserat på att cirka 2% av allt gods genom HHAB utgör farligt gods antas 2% av transporterna utgöra transporter med farligt gods
Y	0,10	Motsvarar en områdesväg med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort.
I_{FG}	0,01	Motsvarar en områdesväg med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort.

Med ekvation 1 och indata som presenteras ovan har den totala frekvensen för en farligt gods olycka på den aktuella vägsträckningen beräknats till $2{,}11 \cdot 10^{-4}$ per km och år, vilket motsvarar en olycka på 4 744 år.

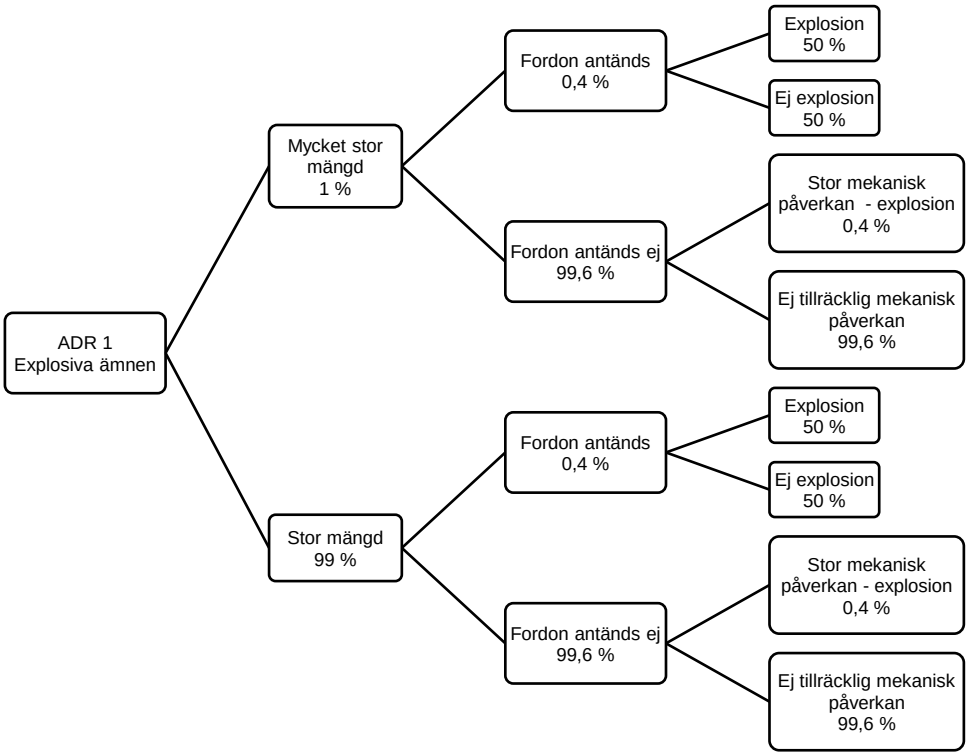
10.3.2 Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad

eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd, 10-110 meter (Linderstad & Ander, 1997). Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning inkluderas därför endast transporter med massexplosiva varor.

Händelseträdet i Figur 10.7 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på väg.



Figur 10.7. Händelseträd för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster då strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen. I denna utredning bedöms 1% av alla transporter på väg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last (16 ton) och alla övriga transporter vara lastade med max 1000 kg.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand i fordonet uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt behöver de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt låg. För vägtrafikolycka bedöms den vara cirka 0,4%. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert då denna typ av statistik inte funnits tillgänglig under riskutredningen. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna.

Vidare kommer flertalet explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50%.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Vidare är moderna lastbilar konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. En konservativ bedömning är att det är lika sannolikt med tillräckligt stor mekaniska påverkan vid en trafikolycka som det är att det uppstår en brand vid en trafikolycka med tung trafik, alltså 0,4% för en vägtrafikolycka.

10.3.3 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänds i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänds och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckaget antänds. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997).

Skulle ett läckage uppstå är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms utsläppscenarier i Tabell 12 nedan vara representativa.

Tabell 12. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas (Hedenström & Lange, 1997).

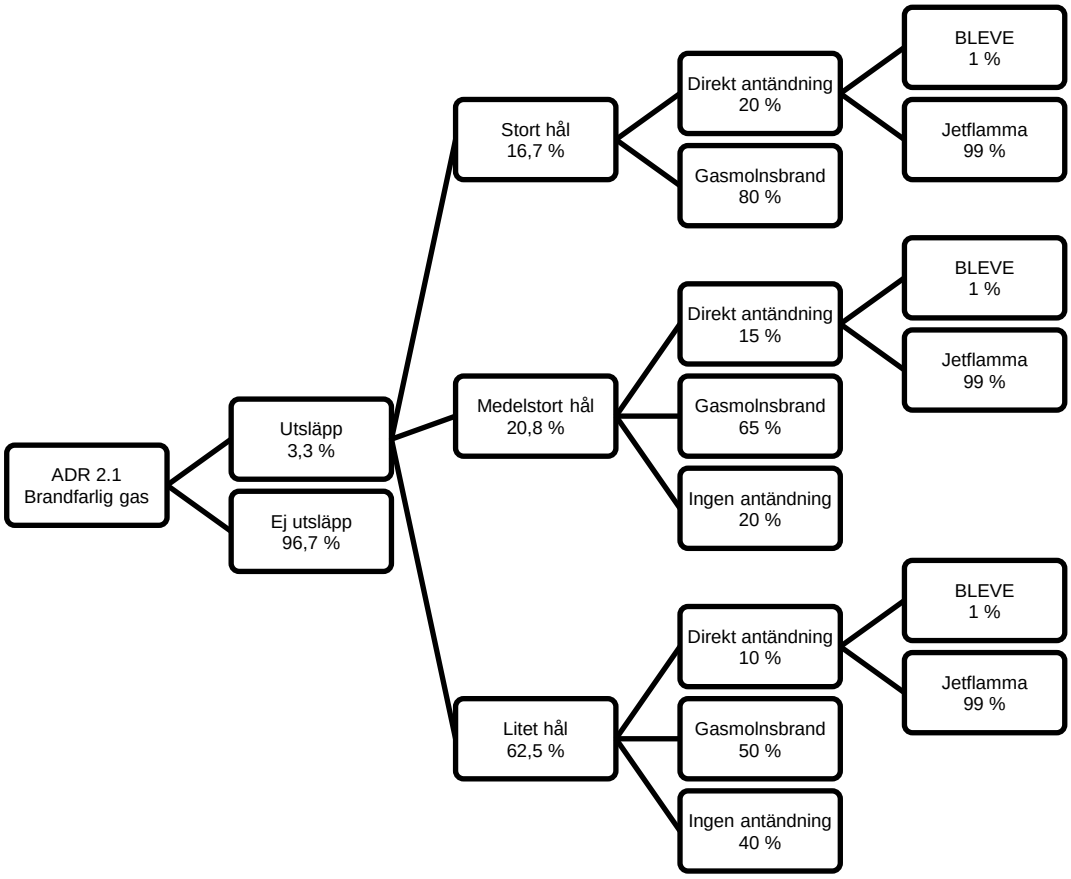
Farligt godsolycka på väg		
Utsläppsbeskrivning	**Håldiameter (mm)**	**Sannolikhet**
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker det en fördröjd antändning. När eller om gasen antänds erhålls stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 13 presenteras de antändnings-scenarier som har beräknats.

Tabell 13. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas för väg (Purdy G. , 1993).

Utsläpp Väg	**Direkt antändning**	**Ingen antändning**	**Fördröjd antändning**
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

Händelseträdet i Figur 10.8 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.



Figur 10.8. Händelseträd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flamman.

Det andra scenariot har låg sannolikhet, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot och tryckpåverkan som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE antas konservativt utgöra 1% av samtliga farligt godsolyckor med brandfarlig gas där direkt antändning sker.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänds direkt efter att utsläpp inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms

endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock stora mänger gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför ha låg sannolikhet och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i Figur 10.1.

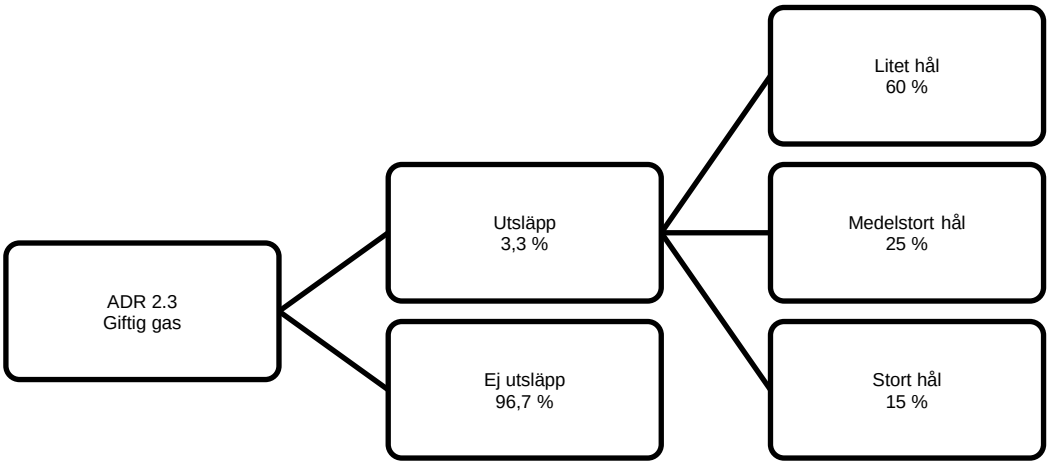
10.3.4 Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3

Farlig godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek m.m som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, Farligt gods - Riskbedömning vid transport, 1997).

Händelseträdet i Figur 10.9 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.



Figur 10.9. Händelseträd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Utsläppets storlek har antagits på motsvarande sätt som för brandfarlig gas, se Tabell 14 nedan. Givet en olycka med farligt gods (trafikolycka och punktering av tryckkärl) med giftig gas bedöms sannolikheten för litet, medelstort och stort utsläpp vara: 0,6; 0,25; 0,15 (Helmersson L. , 1994).

Tabell 14. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av giftig gas (Hedenström & Lange, 1997).

Farligt godsolycka på väg

Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,60
Medelstort utsläpp	30	0,25
Stort utsläpp	110	0,15

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella planområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros för det aktuella området i Figur 3.4.

10.3.5 Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänds. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor

benägenhet att antända, exempelvis antänds sannolikt bensin och E85 enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, hexan.

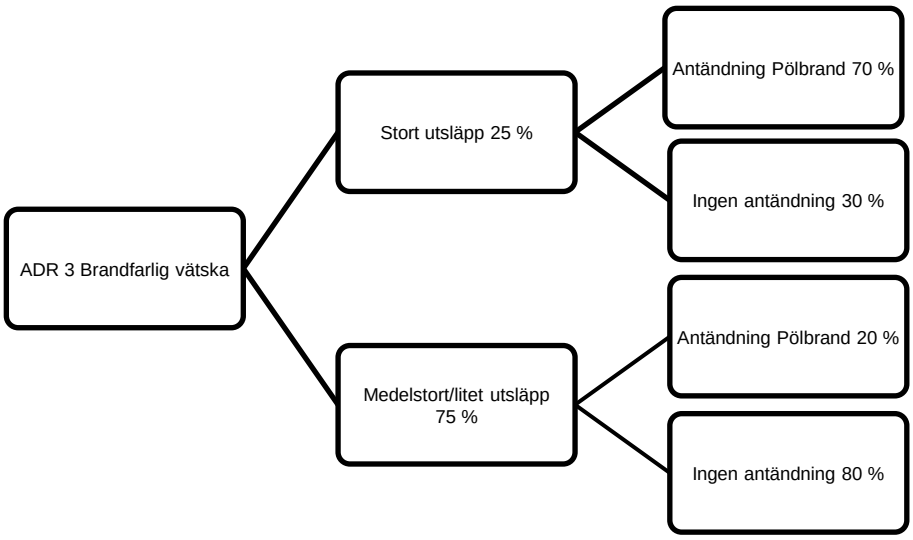
Nedan i Tabell 15 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 15. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka.

Utsläppbeskrivning	Sannolikhet
Medelstort/litet kontinuerligt utsläpp	0,75
Stort utsläpp, allt antas släppas ut momentant	0,25

Sannolikhet för antändning av en pöl med brandfarlig vätska (vilket resulterar i en pölbrand) har ansatts till 0,7 för stort utsläpp och 0,2 för litet/medelstort utsläpp i enlighet med angivna värden för direkt antändning i *Purple Book* (VROM, 2005).

Händelseträdet i Figur 10.10 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska.



Figur 10.10. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 m från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter. Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Simuleringar som genomförts i mjukvaran RISKCURVES

visar dock att gasmolnsbrand inte är aktuellt vid utsläpp av brandfarlig vätska med aktuella förutsättningar.

10.3.6 Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5

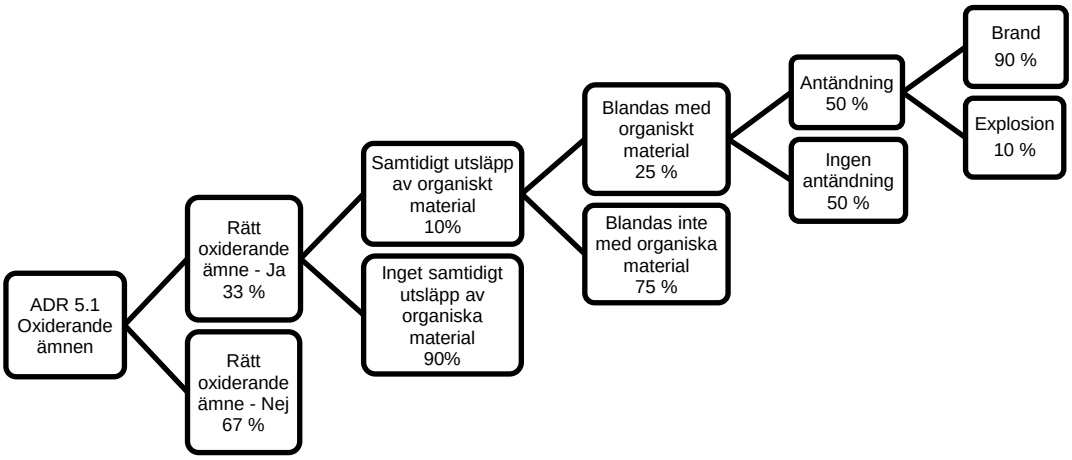
Ett utsläpp av ämnen i ADR-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår.

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60% väteperoxid (Hedström K. , 2015). För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför som för klass 3 ämnen, brandfarliga vätskor.

Vid en trafikolycka på väg med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10% av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25%. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50%. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90%) än en explosion (10%).

Händelseträdet i Figur 10.11 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med oxiderande ämnen.



Figur 10.11. Händelseträd för ADR-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

10.4 Konsekvensbedömningar

I följande avsnitt beskrivs skadekriterier för konsekvensbedömningar och de beräknade konsekvensavstånden.

10.4.1 Skadekriterier

Nedan presenteras skadekriterier för strålning, övertryck samt toxicitet.

Strålning

För samtliga antändningsfenomen som ger en flamma (gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot) ansätts 100% dödlighet inom flammans utbredning, vilket bedöms vara ett konservativt antagande. För antändningsfenomen som ger tillfälliga flammor, gasmolnsbrand och eldklot, har dödligheten utanför flammans utbredningsområde satts till 0% till följd av flammans korta varaktighet.

För scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid (jetflamma och pölbrand) beräknas dödligheten genom en sårbarhetsmodell i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989) som baseras på en probitfunktion, se ekvationen nedan där q är infallande strålning och t är tiden för exponering.

$$Pr = -36.38 + 2.56 \ln (q^{4/3} * t)$$

Ekvation 4. Dödlighet till följd av värmestrålning (Committee for the Prevention of Disasters, 1989).

För strålning har 10 kW/m^2 ansatts som dimensionerande för beräkningar av konsekvensavstånd, där personer kan skadas allvarligt. Gränsen 10 kW/m^2 har ansatts utifrån Boverkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd (Boverket, 2011) som anger att 10 kW/m^2 utgör kortvarig strålningsnivå för kritisk påverkan vid analys av utrymningssäkerhet.

Övertryck

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som till exempel splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, där speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i eller i närheten av byggnader löper en större risk för att omkomma till följd av övertryck.

För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) antas dödligheten för personer konservativt vara 100% vid övertryck som innebär att byggnader kollapsar. För personer som vistas inomhus antas det även att cirka 2,5% av personer omkommer vid lägre tryckverkan till följd av glassplitter. Övertrycket som likställs med 100% dödlighet sätts till 300 mbar (30kPa) och övertrycket för 2,5% dödlighet sätts till 100 mbar (10 kPa) i enlighet med angivna värden i Purple Book (VROM, 2005).

Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden som hämtas från kemikalie-databasen DIPPR. Varje toxiskt ämne har sina egna probitvärden (a, b och n) som anger dödligheten vid olika koncentrationer (C) och tidsintervall (t).

$$Pr = a + b \times \ln (C^n \times t)$$

Ekvation 5. Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen.

Dödligheten inomhus antas vara 10% av dödligheten utomhus då endast en del av de toxiska gaserna kan ta sig in genom ventilation eller öppna fönster. Vid långvarig exponering kan koncentrationen inomhus öka till samma koncentrationer som utomhus, dock bedöms personer stänga fönster och ventilation efter att VMA utfärdas och därför bedöms 10% dödlighet inomhus vara ett rimligt antagande.

Personer bedöms inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stäng fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter.

10.5 Samhällsrisk

Vid beräkning av samhällsrisk utgör befolkningsmängden i omgivningen en viktig parameter. Personer i omgivningen har generellt antagits visats inomhus 75% av tiden under dagen och 95% av tiden under natten i enlighet med föreslagna värden i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989).

Inom verksamheten förväntas det arbeta cirka 200 personer. Persontätheten i närliggande verksamheter i hamnområdet likställs med industri och persontätheten bedöms till 40 personer/hektar i enlighet med värde angivet i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989). Under nattid bedöms persontätheten för arbetsplatser vara cirka 10% av vad den är under dagtid. Vid de någorlunda närliggande bostadsområden har befolkningstätheten antagits till 70 personer per hektar i enlighet med Green Book. I dessa områden antas alla personer vistas under nattid men endast 50% under dagtid eftersom personer befinner sig på jobb/skola.

För platser där populationen kan vara högre vissa tider på dygnet har en population ansatts vara närvarande under dagtid. Detta gäller för exempelvis Rönnowska skola, skolan hade 2021 cirka 875 elever (Skolkollen, 2023). I beräkningar har det antagits finnas 900 personer inom skolområdet under dagtid vilket inkluderar lärare och annan skolpersonal, alla elever antas inte vara på plats varje dag. Dessutom antas det bara finnas personer på skolan cirka 200 dagar om året eftersom ingen vistas i skolan under helger och lov. Vid IKEAs IT-kontor har det antagits vistas 200 personer dagtid och 10% av dessa under nattid. På Campus Helsingborg har det antagits vistas 3000 personer dagtid och 10% av dessa under nattid.

I Tabell 16 presenteras antalet personer som antagits dagtid respektive nattetid samt hur stor del av året som personer antas vara närvarande i de populationer som ansatts vid beräkning av samhällsrisk.

Tabell 16. Personantal i respektive population som ansatts vid beräkningar.

Område / Verksamhet	Antal personer dagtid	Antal personer nattid	Dagar på året som antas vara befolkat
Inom nya containerterminalen	200	20	365
Närliggande hamnområden och industrier	40 personer per hektar	4 personer per hektar	365

Bostadsområde	35 personer per hektar	70 personer per hektar	365
Rönnowska skolan	900	0	200
IKEA IT-kontor	200	20	365
Campus Helsingborg	3000	300	365