

Beräkningsbilaga

Kund
Svenljunga kommun

Beräkningsbilaga till Riskutredning för detaljplan Svenljunga

Uppdragsledare: Sohrab Nassiri
Handläggare: Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg
Intern kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

Beräkningsbilaga

Innehållsförteckning

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Inledning..... | 4 |
| 2 | Personbelastning | 5 |
| 2.1 | Sammanfattning av personbelastning | 9 |
| 3 | Väderdata | 10 |
| 3.1 | Vindhastighet | 10 |
| 3.1.1 | Stabilitetsklass..... | 11 |
| 3.2 | Vindriktning | 12 |
| 4 | Olycka med farligt gods..... | 14 |
| 4.1 | Fördelning av farligt gods..... | 14 |
| 4.1.1 | Väg..... | 14 |
| 4.2 | Trafikmängd..... | 16 |
| 4.2.1 | Väg..... | 16 |
| 4.3 | Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods | 18 |
| 4.3.1 | Väg..... | 18 |
| 4.3.2 | Olycksscenario | 20 |
| 4.3.3 | Summering av frekvensberäkningar | 30 |
| 4.4 | Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods | 32 |
| 4.4.1 | Generella sårbarhetsparametrar | 32 |
| 4.4.2 | Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål | 32 |
| 4.4.3 | Klass 2.1 – Brandfarliga gaser..... | 35 |
| 4.4.4 | Klass 2.3 – Giftiga gaser..... | 36 |
| 4.4.5 | Klass 3 – Brandfarliga vätskor | 37 |
| 4.4.6 | Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider..... | 38 |
| | Referenser..... | 39 |

Beräkningsbilaga

Dokumenthistorik

| Version | Datum | Revidering | Handläggare |
|---------|------------|---|--|
| A | 2023-03-10 | Första utgivna version. | Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg |
| B | 2023-03-31 | Uppdaterad efter beställarens granskning. | Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg |
| C | 2023-11-30 | Revidering | Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg |
| D | 2024-01-19 | Revidering | Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg |
| E | 2024-09-04 | Revidering | Cecilia Magnusson & Gustaf Zetterberg |

Beräkningsbilaga

1 Inledning

Den här beräkningsbilagan beskriver förutsättningar och indata för den kvantitativa analysen vars resultat beskrivs i följande dokument:

- Riskutredning för detaljplan Svenljunga, 2024-09-04

Beräkningsbilagan omfattar följande områden:

- Personbelastning
- Väderdata
- Olycka med farligt gods

Beräkningsbilaga

2 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar av samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett rektangulärt område med arean 6 km² i anslutning till transportleden för farligt gods eftersom detaljplanen på industrin sträcker sig över ett stort område.

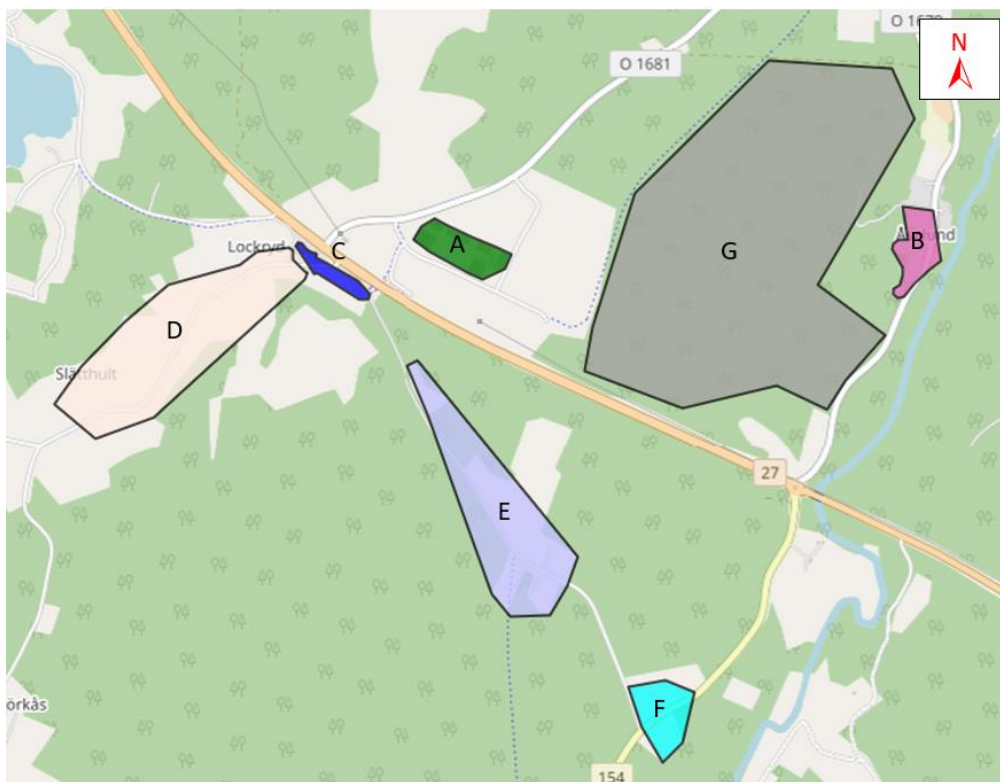
Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisk som planförslaget medför. För båda alternativen tillämpas en personbelastning för 2050.

Det aktuella området utgörs av totalt sex delområden utifrån persontäthet för nollalternativet och sju delområden för utvecklingsalternativet. Dessa delområden illustreras i Figur 2-1 och Figur 2-2 som representerar nollalternativet, respektive utvecklingsalternativet. I Tabell 2-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan.



Figur 2-1. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ.

Beräkningsbilaga



Figur 2-2. Indelning av område efter markanvändning för utvecklingsalternativ.

Tabell 2-1. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan.

| Område | Markanvändning nollalternativ | Markanvändning utvecklingsalternativ |
|--------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| A | Verksamheter | Verksamheter |
| B | Bostäder | Bostäder |
| C | Handel och restaurang | Handel och restaurang |
| D | Bostäder | Bostäder |
| E | Bostäder | Bostäder |
| F | Bostäder | Bostäder |
| G | Oexploaterad skogs- och jordbruksmark | Industri |

Utifrån statistik från Statistiska centralbyrån (SCB) kan befolkningstäthet utläsas för de områden som består av bostäder. För övriga områden görs bedömningar av persontätheten utifrån aktuella verksamheter.

Kommande avsnitt redogör för följande parametrar för samtliga områden:

- Antalet personer i området för såväl dagtid som nattetid
- Andel personer inomhus för såväl dagtid som nattetid
- Nyttjandegrad

Beräkningsbilaga

Antalet personer i området beskriver hur många personer som befinner sig i området under såväl dagtid som nattetid. Andelen personer inomhus beskriver hur stor andel av personbelastningen som befinner sig inomhus och anges för såväl dagtid som nattetid. Nyttjandegraden beskriver hur många dagar av året ett visst område används.

Område A

Markanvändningen av Område A är verksamheter, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

I detta område ligger olika verksamheter, såsom Arom Dekor AB som är en industriverksamhet, NCPE som är leverantör av byggmaterial, JOBmeal som är en te- och kaffehandel och även en padelbana med mera. Enligt riktlinjerna för RIKTSAM används 1 000 personer per km² för områden med bland annat sällanköpshandel, industri och lager [1]. För den aktuella ytan innebär detta ett personantal på 31 personer. Personerna antas befinna sig inom området under dagtid samt 10% under nattetid. Personantalet är räknat från hur det ser ut idag, men verksamhetsområdet planeras att utöka i framtiden. Detta kan ge en något ökad samhällsrisk, men då andra antaganden har varit konservativa och samhällsrisken är låg för både noll- utvecklings- och osäkerhetsalternativet antas framtida ökning av personintensitet i detta område inte öka samhällsrisken påtagligt.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för verksamheter.

Nyttjandegraden för område A ansätts till 365 dagar per år.

Område B

Markanvändningen av Område B är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Utifrån statistik från SCB har området idag en persontäthet på cirka 37 personer. Med hjälp av Google Maps har det räknats till att ungefär 20 småhus finns inom området och enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [3]. Personantalet har därför satts till 52 personer för att vara konservativa. Personerna antas befinna sig inom området under såväl dagtid som nattetid.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område B ansätts till 365 dagar per år.

Område C

Markanvändningen av Område C är Lockryd Center, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

I detta område ligger finns handel, såsom en livsmedelsbutik, möbelaffär, klädaffär, busshållplats och en restaurang. Enligt RIKTSAM kan en persontäthet för handel, kontor och centrum sättas till 4000 personer per km² [5]. För den aktuella ytan innebär detta ett personantal på 48 personer. Personerna antas befinna sig inom området under dagtid samt 10% under nattetid.

Beräkningsbilaga

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för handel.

Nyttjandegraden för område C ansätts till 365 dagar per år.

Område D

Markanvändningen av Område D är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Med hjälp av Google Maps har det räknats till att ungefär 20 småhus finns inom området och enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [3]. Personantalet har därför satts till 42 personer. Personerna antas befinna sig inom området under såväl dagtid som nattetid.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område D ansätts till 365 dagar per år.

Område E

Markanvändningen av Område E är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Med hjälp av Google Maps har det räknats till att ungefär 20 småhus finns inom området och enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [3]. Personantalet har därför satts till 26 personer. Personerna antas befinna sig inom området under såväl dagtid som nattetid.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Nyttjandegraden för område E ansätts till 365 dagar per år.

Område F

Markanvändningen av Område F är bostäder, såväl för nollalternativ som utvecklingsalternativ.

Med hjälp av Google Maps har det räknats till att ungefär 20 småhus finns inom området och enligt SCB bor det 2,6 personer/bostadshus (småhus äganderätt) [3]. Personantalet har därför satts till 16 personer. Personerna antas befinna sig inom området under såväl dagtid som nattetid.

Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%, vilket föreslås för bostadshus av Purple book [4] som är en riktlinje för de kvantitativa beräkningarna. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna.

Beräkningsbilaga

Nyttjandegraden för område F ansätts till 365 dagar per år.

Område G

Nuvarande markanvändningen av Område G är skogs- och jordbruksmark. För nollalternativet antas personantalet vara 0 personer. För utvecklingsalternativet kommer området att bebyggas till ett industriområde och kan antas vara en Sevesoverksamhet enligt den högre kravnivån.

Verksamheten antas vara en storskalig industriverksamhet. Antalet anställda antas vara 3000 personer, men antagligen kommer det att vara ca 1200 personer på plats per tillfälle. Därför har en persontäthet på 1200 personer antagits på detta område. Personerna antas befinna sig inom området under dagtid samt 50% under nattetid.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [2] som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för verksamheter.

Nyttjandegraden för område G ansätts till 365 dagar per år.

2.1 Sammanfattning av personbelastning

Personbelastningen för nollalternativet och utvecklingsalternativet redovisas i Tabell 2-2. Det tillkommande området G för utvecklingsalternativet är markerad med fetstil.

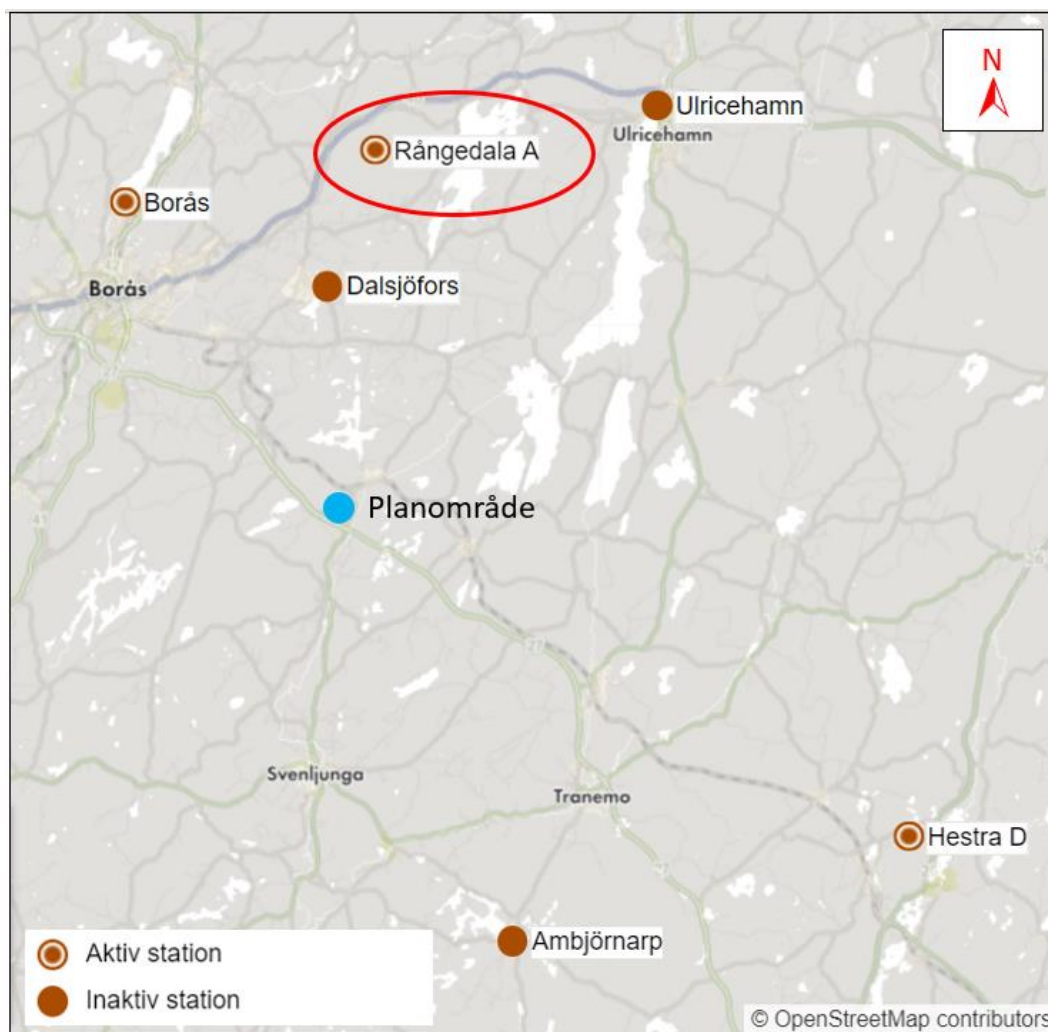
Tabell 2-2. Sammanfattning av personbelastning för nollalternativet och utvecklingsalternativet.

| Område | Antal personer | | Andel personer inomhus | | Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år |
|--------|----------------|------|------------------------|------|---------------------------------------|
| | Dag | Natt | Dag | Natt | |
| A | 31 | 3 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| B | 36 | 52 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| C | 48 | 5 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| D | 29 | 42 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| E | 18 | 26 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| F | 11 | 16 | 0,93 | 0,99 | 365 |
| G | 1200 | 600 | 0,93 | 0,99 | 365 |

Beräkningsbilaga

3 Väderdata

Den närmaste aktiva mätstationen tillhörande SMHI i förhållande till planområdet benämns Rångedala A. Avståndet mellan mätstationen och planområdet är ca 20 km. Figur 3-1 visar placeringen av mätstationen i förhållande till planområdet. Data från mätstationen avseende vindhastighet och vindriktning mellan 2012 och 2022 har hämtats från SMHI:s öppna databas [6].

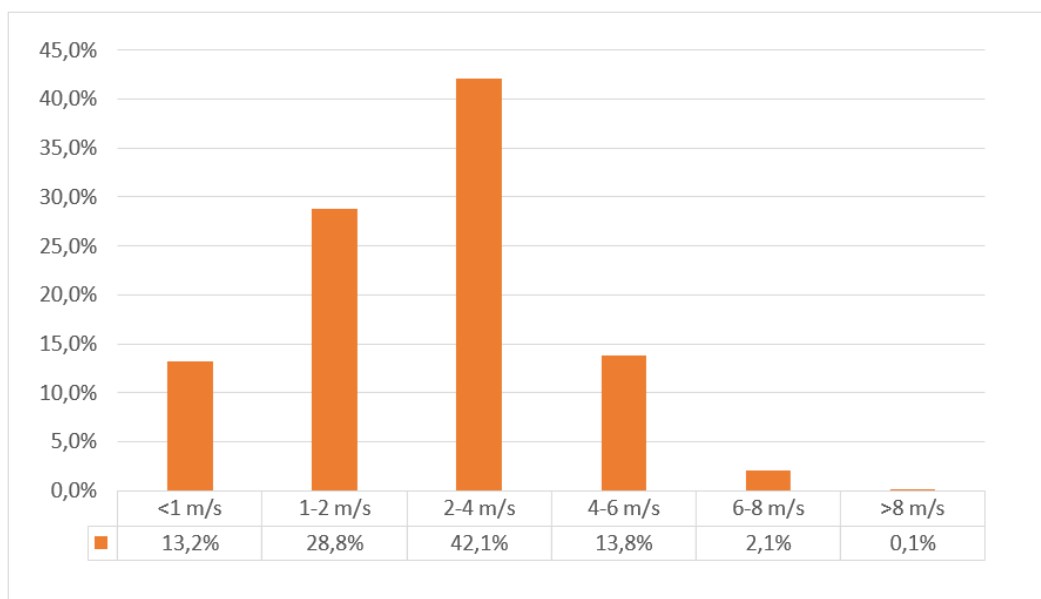


Figur 3-1. Placering av planområdet och mätstationen Rångedala A.

3.1 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningsberäkningar i samband med utsläpp av gas. Vid låga vindhastigheter erhålls högre koncentrationer av gas i olyckans närhet. I Figur 3-2 visas fördelningen av vindhastighet vid mätstationen Rångedala A från ovan nämnda data. Medelvärdet under den aktuella perioden var 2,6 m/s och vindstilla förhållanden uppmättes under ca. 5,4% av tiden.

Beräkningsbilaga



Figur 3-2. Fördelning av vindhastighet vid mätstationen Rångedala A, 2012 – 2022.

3.1.1 Stabilitetsklass

I beräkningsmodellen används Pasquills stabilitetsklasser som beskriver turbulensen i luftmassan närmast jordens yta, dvs. hur stabil eller instabil luftmassan närmast jordens yta är. Turbulensen beror främst på mängden solinstrålning. Vid högre nivåer av solinstrålning värms luften närmast marken upp och rör sig därmed uppåt vilket medför turbulens i luftmassan. Därför är luften generellt stabil under natten då det inte finns någon solinstrålning.

Stabiliteten av luftmassan har stor påverkan för hur ett utsläpp av gas sprids i luften. En mer stabil luftmassa medför mindre omfattande omblandning och därmed mindre omfattande utspädning av den utsläppta gasen. Detta innebär att högre koncentrationer av gas erhålls på längre avstånd från utsläppet vid stabila förhållanden jämfört med instabila förhållanden. Pasquills stabilitetsklasser beskrivs i Tabell 3-1.

Beräkningsbilaga

Tabell 3-1. Beskrivning av Pasquills stabilitetsklasser [4, 7].

| Turbulens | Beskrivning, väderförhållande | Pasquills stabilitetsklass | Ungefärliga vindhastigheter [m/s] |
|-----------|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| Instabil | Måttligt till mycket solinstrålning, dvs. soligt molnfritt väder, där solen står högt på himlen, (vinkel större än 60 grader), och måttliga till svaga vindar gör att atmosfären blir instabil. | A: Extremt instabilt | <2,5 |
| | | B: Måttligt instabilt | 2,5–4 |
| | | C: Svagt instabilt | >4 |
| Neutral | Relativt starka vindar och måttlig solinstrålning, dvs. molnig väderlek och/eller klar väderlek där solen står lågt på himlen (vinkel mellan 15 och 35 grader) är associerade med neutral/måttlig turbulens | D: Neutral | 0–15 |
| Stabil | Låg/ingen solinstrålning och svaga vindar. Sker främst under natten. | E: Svagt stabilt | >2,5 |
| | | F: Måttligt – extremt stabilt | <2,5 |

För att ta höjd för olika förhållanden av vindhastighet och stabilitetsklasser används tre olika kombinationer av dessa parametrar:

- 2F: Stabilitetsklass F, vindhastighet 2 m/s
- 2D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 2 m/s
- 5D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 5 m/s

De valda vädersscenarierna bedöms som representativa och rimligt konservativa. Fördelningen mellan de olika vädersscenarierna för såväl dagtid som nattetid har uppskattats baserat på data avseende vindhastighet från mätstationen Rångedala A och presenteras i Tabell 3-2.

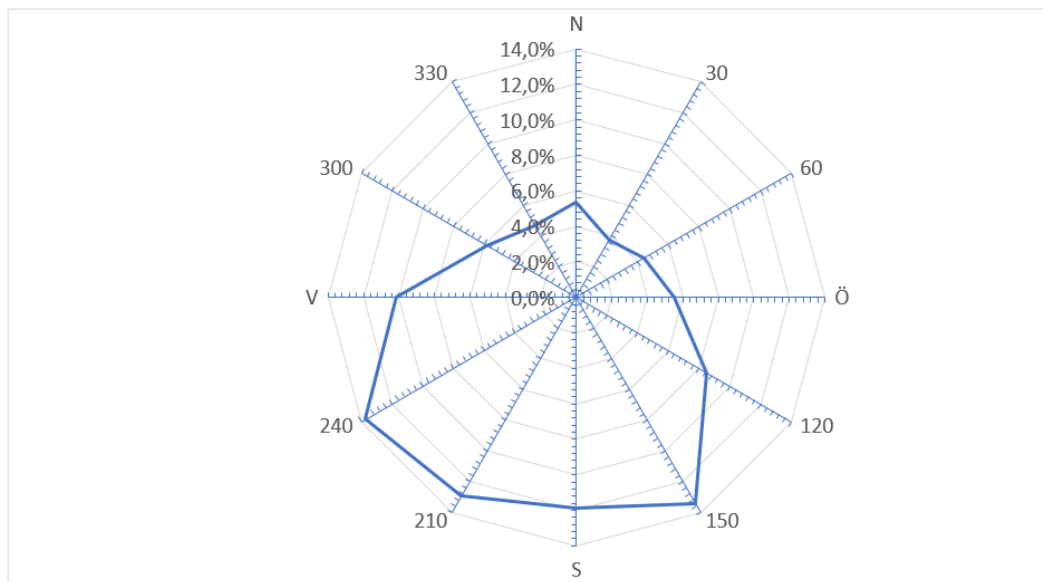
Tabell 3-2. Fördelning av väderförhållanden under dagtid och nattetid.

| Väderförhållande | Dag [%] | Natt [%] |
|------------------|---------|----------|
| 2F | 5 | 30 |
| 2D | 35 | 50 |
| 5D | 60 | 20 |
| Summa | 100 | 100 |

3.2 Vindriktning

Vindriktningen anges generellt i det väderstreck som det blåser från och inverkar vid spridning av gaser genom att sprida gaserna bort från det väderstreck som det blåser från. I Figur 3-3 visas fördelningen av vindriktning vid mätstationen Rångedala A från ovan nämnda data. Figur 3-3 visar att den mest förekommande vindriktningen är från sydväst.

Beräkningsbilaga



Figur 3-3. Fördelning av vindriktning vid mätstation Rångedala A, 2012 – 2022.

Beräkningsbilaga

4 Olycka med farligt gods

Följande olycksscenarier som involverar transport av farligt gods utreds i riskutredningen:

- Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasolnsbrand/-explosion och BLEVE
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand

4.1 Fördelning av farligt gods

Det här avsnittet redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg och järnväg. Farligt gods delas generellt in i följande klasser:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 – Gaser
 - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
 - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
 - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
 - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
 - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
 - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
 - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
 - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittförande ämnen
 - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
 - Klass 6.2 – Smittförande ämnen
- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

I riskutredningen för projektet beskrivs olycksscenarion vid olycka med farligt gods för de ovan nämnda klasserna av farligt gods. Baserat på beskrivningen beaktas följande klasser av farligt gods i beräkningarna:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

4.1.1 Väg

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella vägsträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Nationell statistik över antal transporter, godsmängd och transportarbete för svenskregistrerade transporter av farligt gods redovisas i Trafikanalys. Transportarbetet uttrycks generellt i enheten tonkilometer och en tonkilometer innebär en förflyttning av ett ton gods en kilometer.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-1 visar den genomsnittliga fördelningen av olika klasser av farligt gods utifrån antal transporter, godsmängd och transportarbete. Fördelningen i Tabell 4-1 baseras på uppgifter från Trafikanalys mellan 2012 och 2021. Tabell 4-1 visar dessutom medelvärdet av den genomsnittliga fördelningen baserat på antal transporter, godsmängd och transportarbete.

Tabell 4-1. Fördelning av farligt gods på väg mellan 2012 och 2021 baserat på information från Trafikanalys [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

| Klass | Antal transporter [%] | Godsmängd [%] | Transportarbete [%] | Medelvärde [%] (används i beräkningar) |
|--------|-----------------------|---------------|---------------------|--|
| 1 | 2,05 | 0,49 | 0,37 | 0,97 |
| 2 | 21,15 | 14,61 | 22,35 | 19,37* |
| 3 | 49,40 | 55,66 | 47,37 | 50,81 |
| 4.1 | 0,32 | 0,30 | 0,40 | 0,34 |
| 4.2 | 0,98 | 0,35 | 0,62 | 0,65 |
| 4.3 | 1,51 | 2,47 | 2,54 | 2,17 |
| 5.1 | 2,69 | 2,40 | 2,33 | 2,47 |
| 5.2 | 0,09 | 0,05 | 0,09 | 0,07 |
| 6.1 | 4,72 | 4,63 | 4,59 | 4,65 |
| 6.2 | 0,75 | 0,12 | 0,16 | 0,34 |
| 7 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 0,04 |
| 8 | 11,87 | 13,72 | 14,96 | 13,52 |
| 9 | 4,45 | 5,18 | 4,17 | 4,60 |
| Totalt | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

*Delas upp i klass 2.1, 2.2 och 2.3, se Tabell 4-2.

Beräkningarna i den här riskutredningen utgår från medelvärdet som presenteras i Tabell 4-1. Underklasserna till klass 4, klass 5 och klass 6 behandlas gemensamt. Tabell 4-1 redovisar inte statistik för underklasserna av klass 2. Klass 2 utgörs av gaser och består av följande underklasser:

- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser

Beroende på vilken typ av gas som är involverad i en olycka så kommer händelseförloppet se olika ut. Därför krävs en mer detaljerad uppdelning av underklasserna av klass 2. Dåvarande Räddningsverket genomförde en undersökning av transporter av farligt gods i ton på det svenska vägnätet under september 2006 [18].

Dåvarande Räddningsverket genomförde en undersökning av transporter av farligt gods i ton på det svenska vägnätet under september 2006, där klass 2 delas in i underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3 [18]. Fördelningen presenteras i Tabell 4-2. Utifrån detta erhålls en andel av respektive underklass i relation till övriga klasser. För att erhålla konservativa beräkningsunderlag ökas andelen av klass 2.3 på bekostnad av klass 2.2, i enlighet med Tabell 4-2.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-2. Fördelning av klass 2 på underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3.

| Klass | Andel av klass 2 [%] | Andel av totala antalet FG-transporter [%] | Andel som används i beräkningar |
|--------|----------------------|--|---------------------------------|
| 2.1 | 23,64 | 4,58 | 4,58 |
| 2.2 | 76,20 | 14,76 | 14,69 |
| 2.3 | 0,16 | 0,03 | 0,1 |
| Totalt | 100,00 | 19,37 | 19,37 |

För utvecklingsalternativet antas tung trafik tillkomma till den planerade industrin. Det är svårt att avgöra fördelningen av den tunga trafiken som tillkommer, men industrin kan bli en Sevesoverksamhet enligt den högre kravnivån, exempelvis en battericellsfabrik, och en större andel av de tillkommande transportererna kan antas vara farligt gods. Fördelningen av farligt gods antas till största del utgöra klass 4, klass 8 och klass 9 på grund av att det antas frakta metallpulver, frätande ämnen och övriga farliga ämnen och föremål såsom exempelvis batterier till och från industrin. Farligt gods fördelat i Klass 4, klass 8 och klass 9 har begränsade konsekvenser kring olycksplatsens närområde och därav beaktas inte dessa i beräkningarna. Nationella statistiken för farligt gods har därför bedömts vara tillämpligt för både nollalternativet och utvecklingsalternativet. 2% av de tillkommande 250 tunga transportererna antas vara farligt gods som kan delas in i den genomsnittliga fördelningen.

4.2 Trafikmängd

Grundläggande för beräkning av risk med transport av farligt gods är trafikmängden. Nedan presenteras trafikmängd och hur denna tas fram för väg.

4.2.1 Väg

ÅDT för den totala samt tunga trafiken har erhållits från Trafikverkets Nationella vägdatabas [19]. Utöver detta behöver antalet transporter med farligt gods tas fram.

Andelen transporter skyltade med farligt gods (benämns Y i metoden i Räddningsverkets dokument) beräknas som:

$$Y = \dot{A}DT_{FG} \div \dot{A}DT_{total}$$

Där

- Y = andel transporter skyltade med farligt gods
- $\dot{A}DT_{FG}$ = årsmedeldygnstrafiken för farligt gods
- $\dot{A}DT_{total}$ = årsmedeldygnstrafiken för total trafik

Mellan 2012 och 2021 utgjorde farligt gods i snitt 4,1% av total transporterad godsmängd på väg och 2,55% av totalt godstransportarbete på väg [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Beräkningarna utgår från att andelen ÅDT för farligt gods utgör 4% av ÅDT för tung trafik.

För att beräkna förväntad ÅDT för 2050 tillämpas Trafikverkets trafikuppräkningsstal [20]. Trafikuppräkningsstalen anges för såväl lastbil som personbil och presenteras för Östra VVÄ i Tabell 4-3. Ökningen mellan 2017 och 2040 respektive 2040 och 2065 antas vara linjär. Baserat på trafikuppräkningsstalen beräknas trafikuppräkningskvoten mellan 2019 och 2050 och presenteras i Tabell 4-3. Kvoten för lastbil appliceras på ÅDT för tung trafik medan

Beräkningsbilaga

trafikuppräkningsstal för personbil appliceras på ÅDT för total trafik exklusive ÅDT för tung trafik. ÅDT för farligt gods antas utgöra 4% av ÅDT för tung trafik för såväl 2019 som 2050.

Tabell 4-3. Trafikuppräkningsstal för Östra VVÄ [20].

| Trafikuppräkningsstal | Personbil | Lastbil |
|---------------------------------|-----------|---------|
| Prognos 2017-2040 (kvot) | 1,22 | 1,48 |
| Prognos 2017-2065 (kvot) | 1,42 | 2,04 |
| Trafikuppräkningskvot 2019-2050 | 1,28 | 1,64 |

För nollalternativet kommer ingen industri byggas och därav antas trafikmängden öka enligt trafikuppräkningsstalet till 2050.

För utvecklingsalternativet antas trafik tillkomma utöver ökningen enligt trafikuppräkningsstalet. Då det utgår från att 3 000 personer kommer anställas på industrin räknas det på att samtliga reser med bil (worst case-scenario). Det beräknas också tillkomma nyttotrafik (service, besök och liknande) som motsvarar 10% av den alstrade trafiken, det vill säga 300 persontransporter. Utöver detta beräknas 250 tunga transporter/dygn tillkomma på grund av industrin. Tillkommande persontrafik är alltså 3 300 transporter och tung trafik 250 transporter.

I ovanstående avsnitt beskrivs den fördelningen av farligt gods som antas tillkomma. Det vill säga, en stor del av den tunga trafiken antas vara farligt gods men av klass 4, klass 8 och klass 9 vilket har begränsade konsekvenser kring olycksplatsens närområde och därav beaktas inte dessa i beräkningarna. 2% av de tillkommande 250 tunga transportererna antas vara farligt gods som kan delas in i den genomsnittliga fördelningen, det vill säga 5 transporter extra av farligt gods per dygn som beaktas i beräkningarna.

Trafikuppgifter för 2019 och 2050 på den aktuella vägsträckan, baserade på ovan antaganden och beräkningar, sammanfattas i Tabell 4-4 för nollalternativet och i Tabell 4-5 för utvecklingsalternativet.

Tabell 4-4. Trafikuppgifter för 2019 och 2050 för nollalternativet.

| ÅDT | 2019 | 2050 |
|--------------|-------|--------|
| Total trafik | 9 018 | 11 929 |
| Tung trafik | 1 181 | 1 932 |
| Farligt gods | 47 | 77 |

Tabell 4-5. Trafikuppgifter för 2019 och 2050 för utvecklingsalternativet.

| ÅDT | 2019 | 2050 |
|--------------|--------|--------|
| Total trafik | 12 568 | 16 547 |
| Tung trafik | 1 431 | 2 341 |
| Farligt gods | 52 | 86 |

Beräkningsbilaga

4.3 Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Följande avsnitt beskriver de modeller som har använts för frekvensberäkningar för olyckor på relevanta transportleder för farligt gods. Använda modeller är baserade på erkända källor som normalt används i samband med riskutredningar för detaljplaneprocesser.

4.3.1 Väg

I det här avsnittet presenteras modellen som har använts för frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg. Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods på väg har genomförts för år 2050. Den studerade delen av den aktuella vägsträckan är 2 km.

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg har genomförts enligt den så kallade VTI-metoden som presenteras i Räddningsverkets dokument *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* [21]. Metoden analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för olycka med farligt gods på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, antingen att använda olycksstatistik för sträckan eller att uppskatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägsnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Enligt Räddningsverket [21] kan antalet förväntade olyckor med farligt gods beräknas som:

$$F_{\text{olycka FG}} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2 \cdot X - X^2))$$

Där

- $F_{\text{olycka FG}}$ = förväntat antal olyckor med farligt gods
- O = förväntat antalet olyckor med samtliga fordonsslag
- X = andel singelolyckor
- Y = andel transporter skyltade med farligt gods

Det förväntade antalet olyckor med samtliga fordonsslag beräknas som:

$$O = OK \cdot S_{\text{samtliga fordonsslag}} \cdot 10^{-6}$$

Där

- OK = olyckskvot, förväntat antalet olyckor per miljon fordonskilometer
- $S_{\text{samtliga fordonsslag}}$ = sammanlagt antal fordonskilometer för samtliga fordonsslag

Såväl andelen singelolyckor som olyckskvoten beror på ett antal vägparametrar såsom vägtyp och hastighetsgräns. I Räddningsverkets dokument [21] anges andelen singelolyckor och olyckskvoten för olika kombinationer av bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp. Dessa parametrar, och tillhörande värde på olyckskvot och andel singelolyckor, presenteras i Tabell 4-6.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-6. Indataparametrar för beräkning av trafikolyckor.

| Parameter | Värde |
|---------------------|----------------|
| Bebyggelsemiljö | Landsbygd |
| Hastighetsgräns | 90 km/h |
| Vägartyp | Motortrafikled |
| Olyckskvot | 0,37 |
| Andel singelolyckor | 0,40 |

Sammanlagt antal fordonskilometer för samtliga fordonsslag beräknas enligt:

$$S_{\text{samtliga fordonslag, år}} = \text{ÅDT}_{\text{total}} \cdot 365 \cdot l_{\text{vägsträcka}}$$

Där

- $S_{\text{samtliga fordonslag, år}}$ = antal fordonskilometer för ett år för samtliga fordonsslag
- $\text{ÅDT}_{\text{total}}$ = total årsmedeldygnstrafik för samtliga fordonsslag
- $l_{\text{vägsträcka}}$ = den aktuella vägsträckans längd uttryckt i kilometer

Med ovan beräkningar erhålls frekvens för olycka med farligt gods och återkomsttid i Tabell 4-7 för nollalternativet och Tabell 4-8 för utvecklingsalternativet.

Tabell 4-7. Frekvens och återkomsttid för olycka med farligt gods på väg för nollalternativet.

| Parameter | Värde |
|---|----------|
| Frekvens för olycka med farligt gods (per år) | 1,67E-02 |
| Återkomsttid för olycka med farligt gods (år) | 60 |

Tabell 4-8. Frekvens och återkomsttid för olycka med farligt gods på väg för utvecklingsalternativet.

| Parameter | Värde |
|---|----------|
| Frekvens för olycka med farligt gods (per år) | 1,85E-02 |
| Återkomsttid för olycka med farligt gods (år) | 54 |

För att beräkna frekvensen för en olycka med en viss klass av farligt gods krävs kännedom om andelen transporter som innehåller den aktuella klassen av farligt gods. Avsnitt 4.1.1 redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg. För varje enskild klass av farligt gods beräknas frekvensen för olycka som:

$$F_{\text{olycka, klass } X} = F_{\text{olycka FG}} \cdot A_{\text{klass } X}$$

Där

$F_{\text{olycka, klass } X}$ = Frekvens olycka med farligt gods i Klass X, redovisas i

- Tabell 4-9
- $F_{\text{olycka FG}}$ = förväntat antal olyckor med farligt gods, redovisas i Tabell 4-7
- $A_{\text{klass } X}$ = andel transporter av Klass X, redovisas i avsnitt 4.1.1

Beräkningsbilaga

Frekvensen för olycka med olika klasser av farligt gods redovisas i

Tabell 4-9 för nollalternativet och Tabell 4-10 för utvecklingsalternativet. De ämnesklasser av farligt gods som redovisas i

Tabell 4-9 och Tabell 4-10 är enbart ämnesklasserna som beaktas i beräkningarna, det vill säga klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5. Detta motiveras och beskrivs i huvudrapporten.

Tabell 4-9. Frekvens för olycka på väg med olika klasser av farligt gods.

| Olycka med transport innehållande | Frekvens per år |
|--|-----------------|
| Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål | 1,62E-04 |
| Klass 2.1 – Brandfarliga gaser | 7,63E-04 |
| Klass 2.3 – Giftiga gaser | 1,67E-05 |
| Klass 3 – Brandfarliga vätskor | 8,46E-03 |
| Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider | 4,24E-04 |

Tabell 4-10. Frekvens för olycka på väg med olika klasser av farligt gods.

| Olycka med transport innehållande | Frekvens per år |
|--|-----------------|
| Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål | 1,79E-04 |
| Klass 2.1 – Brandfarliga gaser | 8,46E-04 |
| Klass 2.3 – Giftiga gaser | 1,85E-05 |
| Klass 3 – Brandfarliga vätskor | 9,38E-03 |
| Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider | 4,70E-03 |

4.3.2 Olycksscenario

Olika utfall av en olycka är möjliga beroende på vilken klass av farligt gods som är involverad i olyckan. Det här avsnittet redovisar händelsesträd med möjliga olycksscenarioer för de klasser av farligt gods som kan medföra påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Följande klasser beaktas i enlighet med beskrivningen av olycksscenarioer vid olycka med farligt gods i riskutredningen:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

4.3.2.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 klasser som benämns klass 1.1 – 1.6. Av dessa klasser är det primärt klass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion) som har ett skadeområde som är så pass utbredd att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde. Det antas att samtliga transporter av explosiva ämnen och föremål utgörs av ämnen och föremål som har en risk för massexplosion.

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1.1 transporteras, vilket ger olika potentiella olycksscenarioer. Med högsta fordonsklass kan maximal mängd massexplosiva varor transporteras i upp till 16 ton per transport men de flesta transporter innefattar endast små mängder av massexplosiva varor. Statistikunderlaget för transporter av ämnen

Beräkningsbilaga

i klass 1.1 är begränsat. Det antas att 98% av samtliga transporter sker med 20 kg medan resterande 2% sker med 16 000 kg massexplosiva varor.

Det faktum att ett fordon som transporterar explosiva varor är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att en explosion uppstår. Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan.

Sannolikheten för en brand i fordonet i samband med en olycka bedöms vara beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, beräknas sannolikheten för brand i fordon som:

$$P_{fordonsbrand} = 0,01 \cdot I_{Olycka FG} \div I_{Olycka,FG,max}$$

Där

- $P_{fordonsbrand}$ = sannolikhet för fordonsbrand vid olycka
- $I_{Olycka FG}$ = Index för olycka med farligt gods, erhålls från [21]
- $I_{Olycka,FG,max} = 0,42$

Ovanstående formel medför att sannolikheten för brand i fordon för en väg med högst index för olycka med farligt gods enligt [21] motsvarar 1%. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är index för olycka med farligt gods 25% enligt [21]. Enligt ovanstående formel beräknas sannolikheten för brand i fordon till 0,60%.

Sannolikheten för att branden sprider sig till lasten är beroende av fordonsklassen som används för transporten. Den högsta transporterade mängden, dvs. 16 000 kg, förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas sannolikheten för att en brand sprider sig till lasten vara 10% för transporter av 16 000 kg explosiva varor och 50% för transporter av 20 kg explosiva varor.

En explosion kan inträffa även om en brand inte uppstår i samband med olyckan. Det kräver att godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan. Sannolikheten för en stötinitierad detonation i samband med en olycka är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För en stötinitierad detonation i det explosiva materialet krävs generellt mycket höga kollisionshastigheter. HMSO anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2% [22]. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, beräknas sannolikheten för stötinitierad detonation som:

$$P_{kraftig\ stötinitiering} = 0,002 \cdot I_{Olycka FG\ väg} \div 0,42$$

Där

- $P_{kraftig\ stötinitiering}$ = sannolikhet för kraftig stötinitiering vid olycka
- $I_{Olycka FG\ väg}$ = index för olycka med farligt gods, erhålls från [21]

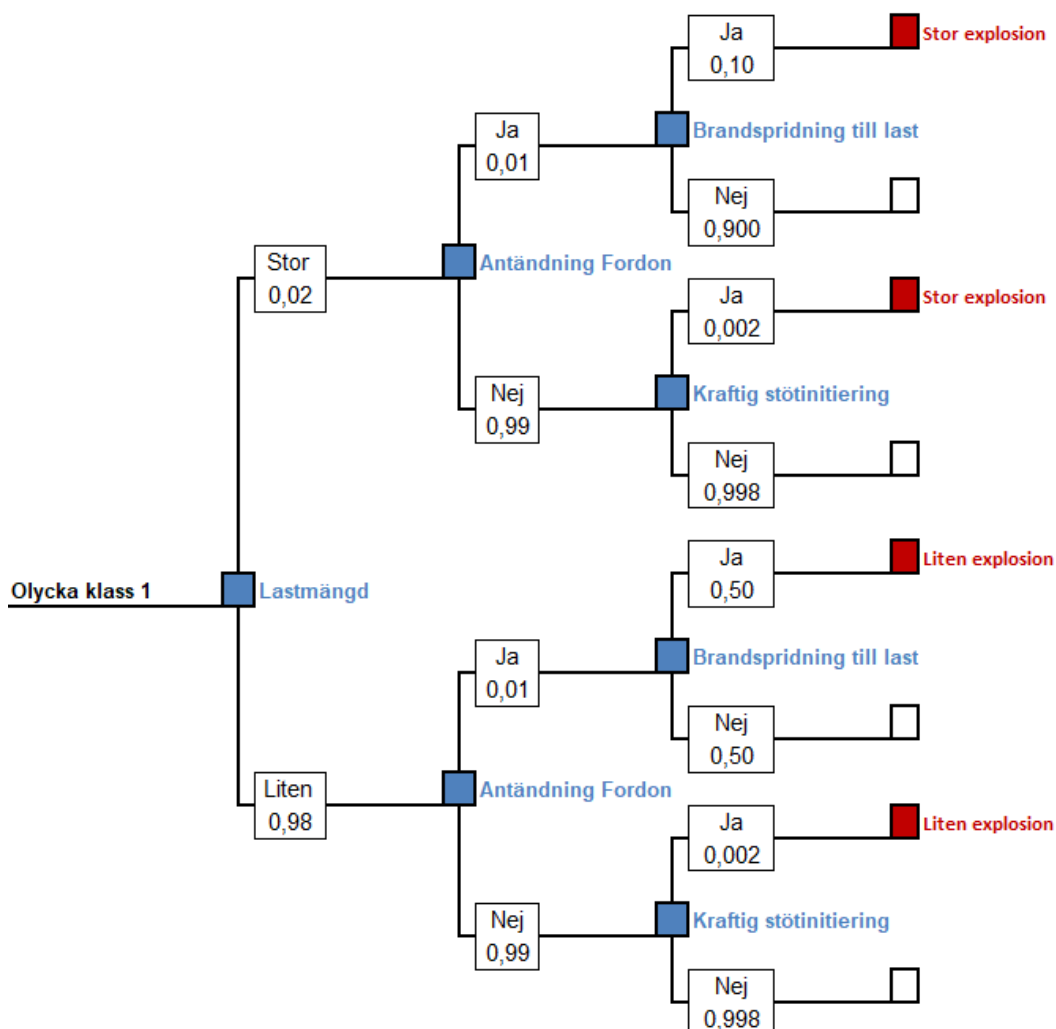
Ovanstående formel medför att sannolikheten för stötinitierad detonation för en väg med högst index för olycka med farligt gods enligt [21] motsvarar 0,2%. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är index för olycka med farligt gods 25% enligt [21]. Enligt ovanstående formel beräknas sannolikheten för stötinitierad brand till 0,12%.

Händelseträd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-1 som visar händelseträd för olyckor

Beräkningsbilaga

med brandfarliga vätskor. Händelseträdet med de värden som presenteras Figur 4-1 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.



Figur 4-1. Händelsetråd för olycka med explosiva ämnen och föremål.

4.3.2.2 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. Det faktum att ett fordon som transporterar brandfarlig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, erhålls sannolikheten för läckage från [21]. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är sannolikheten för läckage 0,83% [21]. I [21] anges ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage. Därför antas att små läckage och stora läckage utgör 50% vardera.

Beräkningsbilaga

De skadehändelser som kan uppkomma givet ett läckage av brandfarlig gas är jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en flaska och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i flaskan samt trycket i denna. Sannolikheten för direkt antändning beror på läckagets storlek och ansätts till 10% för litet läckage och 20% för stort läckage [23].

Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ett läckage inte antänds direkt uppstår ett gasmoln av brandfarlig gas. Luftinblandningen i gasmolnet ökar med tiden och avgör huruvida en fördröjd antändning av gasmolnet leder till en gasmolnsbrand eller en gasmolnsexplosion. För att en fördröjd antändning ska ske krävs som regel ett större läckage [23] men konservativt ansätts en sannolikhet för fördröjd antändning även vid mindre läckage. Sannolikheten för fördröjd antändning antas vara 1% för litet läckage och 50% för stort läckage. 60% av de fördröjda antändningarna leder till gasmolnsbrand medan resterande 40% leder till gasmolnsexplosion [4].

Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en gasmolnsbrand med diffusionsförbränning.

Om gasmolnet antänds vid ett senare skede kommer mer luft att ha blandats med den brandfarliga gasen. Antändning kan medföra en gasmolnsexplosion vid vissa koncentrationer av brandfarlig gas samt om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd brännbar gas och luft. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

En gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. För att gasmolnbranden/gasmolnsexplosionen ska ge störst skada krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta sker när vindriktningen är mot området.

BLEVE

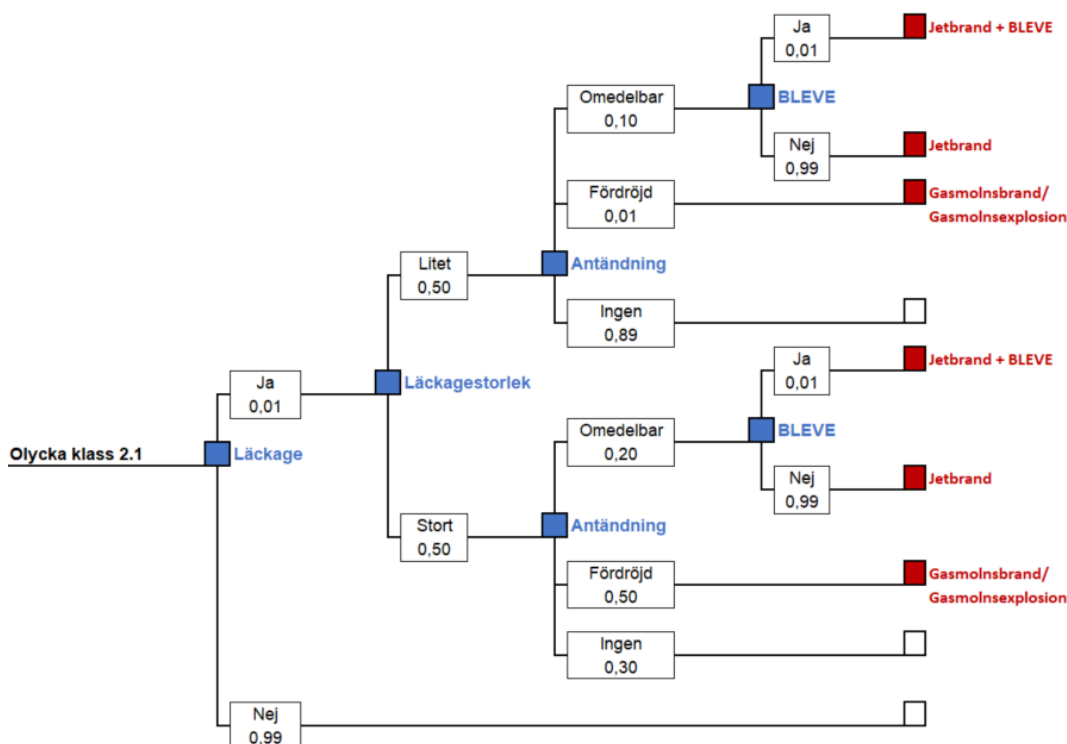
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen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

Eftersom gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion är kortvariga händelser bedöms BLEVE inte kunna inträffa i samband med dessa händelser. Däremot är en jetbrand mer långvarig och bedöms därför kunna orsaka BLEVE. Sannolikheten för BLEVE givet en jetbrand antas vara 1%.

Händelsetråd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-2 som visar händelsetrådet för olyckor med brandfarliga gaser. Händelsetrådet med de värden som presenteras i Figur 4-2 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-2. Händelseträ för olycka med brandfarlig gas.

4.3.2.3 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. De giftiga gaserna antas vara ammoniak och klor, vilket bedöms vara en rimlig representation över de giftiga gaser som faktiskt transporteras. Sannolikheten för transport av ammoniak och klor sätts till 80% respektive 20%. Ammoniak representerar gaser som är måttligt giftiga medan klor representerar gaser som är mycket giftiga.

Det faktum att ett fordon som transporterar giftig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

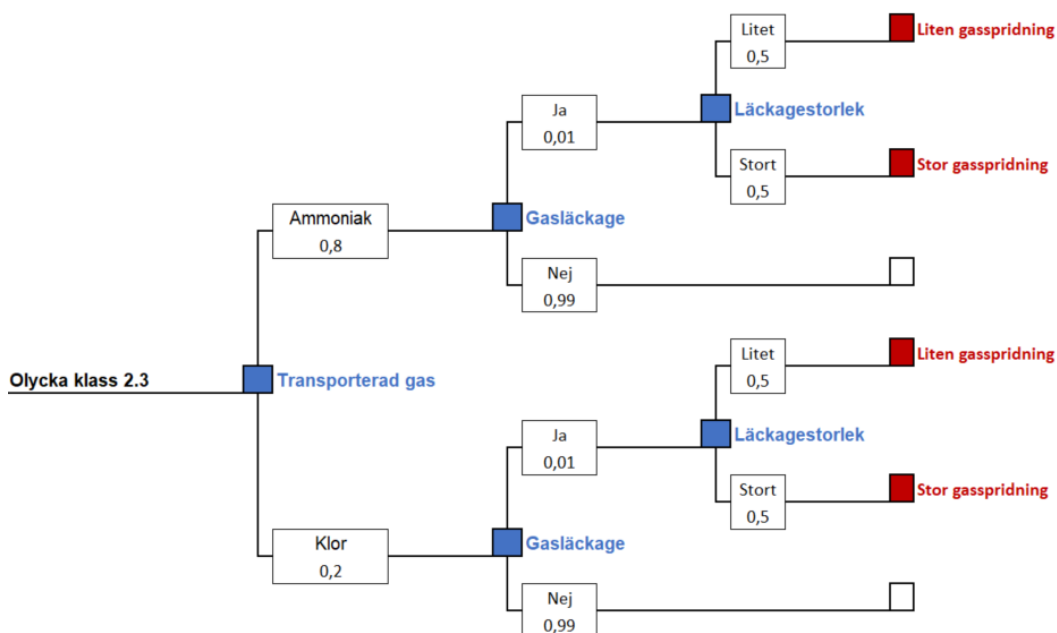
Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, erhålls sannolikheten för läckage från [21]. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är sannolikheten för läckage 0,83% enligt [21]. I [21] anges ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage. Därför antas att små läckage och stora läckage utgör 50% vardera, vilket ger en sannolikhet för läckage på 0,42% litet läckage och stort läckage vardera.

Vid ett läckage av giftig gas har vindhastighet och vindriktning en stor inverkan på spridningen av gasen och därmed konsekvenserna i samband med läckaget. Platsspecifika väderdata presenteras i avsnitt 2 och inkluderas i konsekvensberäkningarna i beräkningsprogrammet [2].

Beräkningsbilaga

Händelseträäd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-3 som visar händelseträdet för olyckor med giftiga gaser. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-3 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.



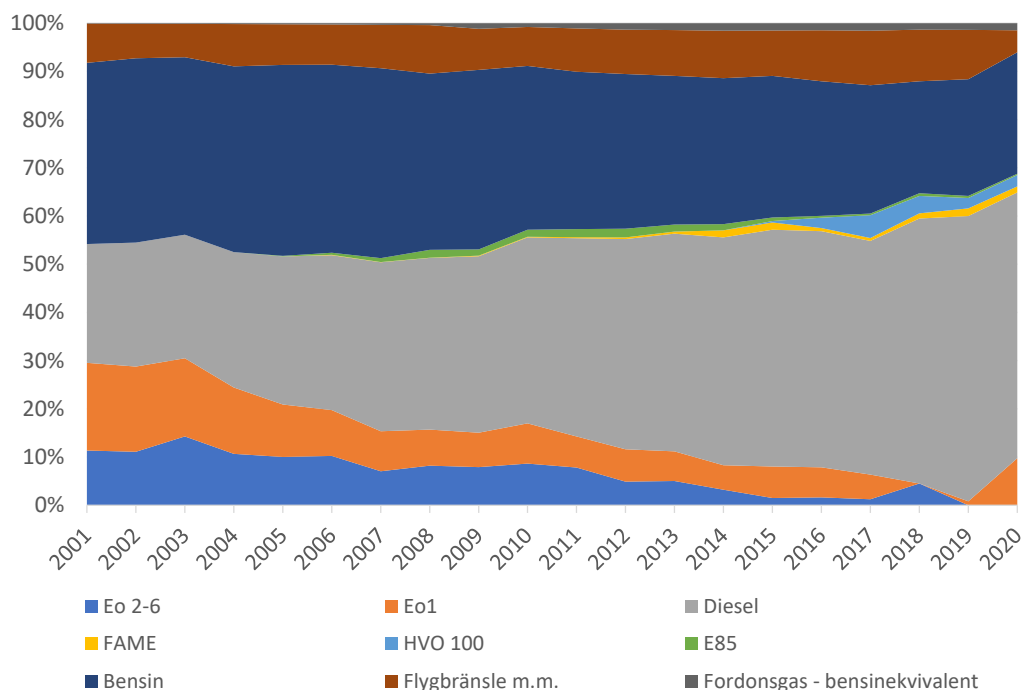
Figur 4-3. Händelseträäd för olycka med läckage av giftig gas.

4.3.2.4 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Exempel på brandfarliga vätskor är dels petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin och olika typer av eldningsolja, dels förnyelsebara drivmedel men även andra typer av brandfarliga vätskor såsom lösningsmedel, tändvätskor, parfymer, alkoholhaltiga drycker och liknande.

Den exakta fördelningen mellan drivmedel och andra brandfarliga vätskor är okänd. I brist på underlag antas därför att hela klassen utgörs av drivmedel. Drivkraft Sverige [24] presenterar statistik avseende fördelning av utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken presenteras i Figur 4-4 och antas gälla både för transporter på såväl väg som järnväg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-4. Fördelning inom drivmedel avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes) [24].

Som framgår av Figur 4-4 är diesel det vanligaste transporterade drivmedlet och har på senare tid stått för ca. 50% av samtliga transporterade drivmedel. Därefter följer bensin och flygbränsle som har stått för ca. 30% och ca. 10% av samtliga transporterade drivmedel de senaste åren.

Den stora spridningen av olika typer av drivmedel enligt Figur 4-4 förenklas till att endast bestå av bensin och resterande ämnen (diesel, flygbränsle osv.). Andelen transporter med bensin och resterande ämnen antas vara 40% respektive 60%. Den antagna fördelningen bygger på statistiken som redovisas i Figur 4-4 men har justerats något för att ta höjd för osäkerheter.

Jämfört med statistiken i Figur 4-4 antas en något högre andel transport av bensin, vilket är konservativt eftersom bensin bedöms vara det allvarligaste ämnet med avseende på benägenhet för antändning och konsekvenser i samband med antändning. Bensin har en mycket låg flampunkt vilket ökar sannolikheten för att ångorna kan antändas i händelse av läckage. Diesel och flygbränsle har högre flampunkter och hanteras under sina respektive flampunkter. I den här riskutredningen antas representeras bensin av ämnet pentan medan resterande ämnen representeras av ämnet n-dodekan som hädanefter benämns dodekan.

Sannolikheten för att en tunnväggig tank innehållande brandfarlig vätska skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, erhålls sannolikheten för läckage från DNV's rapport [21]. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är sannolikheten för läckage 25% enligt [21].

Läckage med brandfarliga vätskor delas upp i små, medelstora och stora läckage i enlighet med [4]. Utsläppsvolymer presenteras i Tabell 4-11 tillsammans med polstorlek och

Beräkningsbilaga

sannolikhet för varje utsläppsvolym. Informationen i Tabell 4-11 är gällande för utsläpp av såväl pentan som dodekan.

Tabell 4-11. Utsläppsvolymer med tillhörande pölstorlekar och sannolikheter givet läckage.

| Volym [m ³] | Volymen motsvarar | Pölstorlek [m ²] | Sannolikhet givet läckage [%] |
|-------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 0,5 | Ett mindre läckage | 100 | 25 |
| 5 | En fackvolym | 200 | 60 |
| 30 | Hela tankvolymen | 350 | 15 |

Ett konservativt antagande är att pölen trots lokala topografiska variationer är cirkulär, vilket ger upphov till högre flamma i beräkningarna och därigenom också en högre strålningseffekt som funktion av avståndet.

Olika typer av brandfarliga vätskor har olika benägenhet att antändas. Pentan, bensin och etanol är lättantändliga vätskor medan dodekan, diesel och eldningsolja är svårantändliga vätskor. Sannolikheter för antändning som används i beräkningsprogrammet är i enlighet med [4] och redovisas i Tabell 4-12.

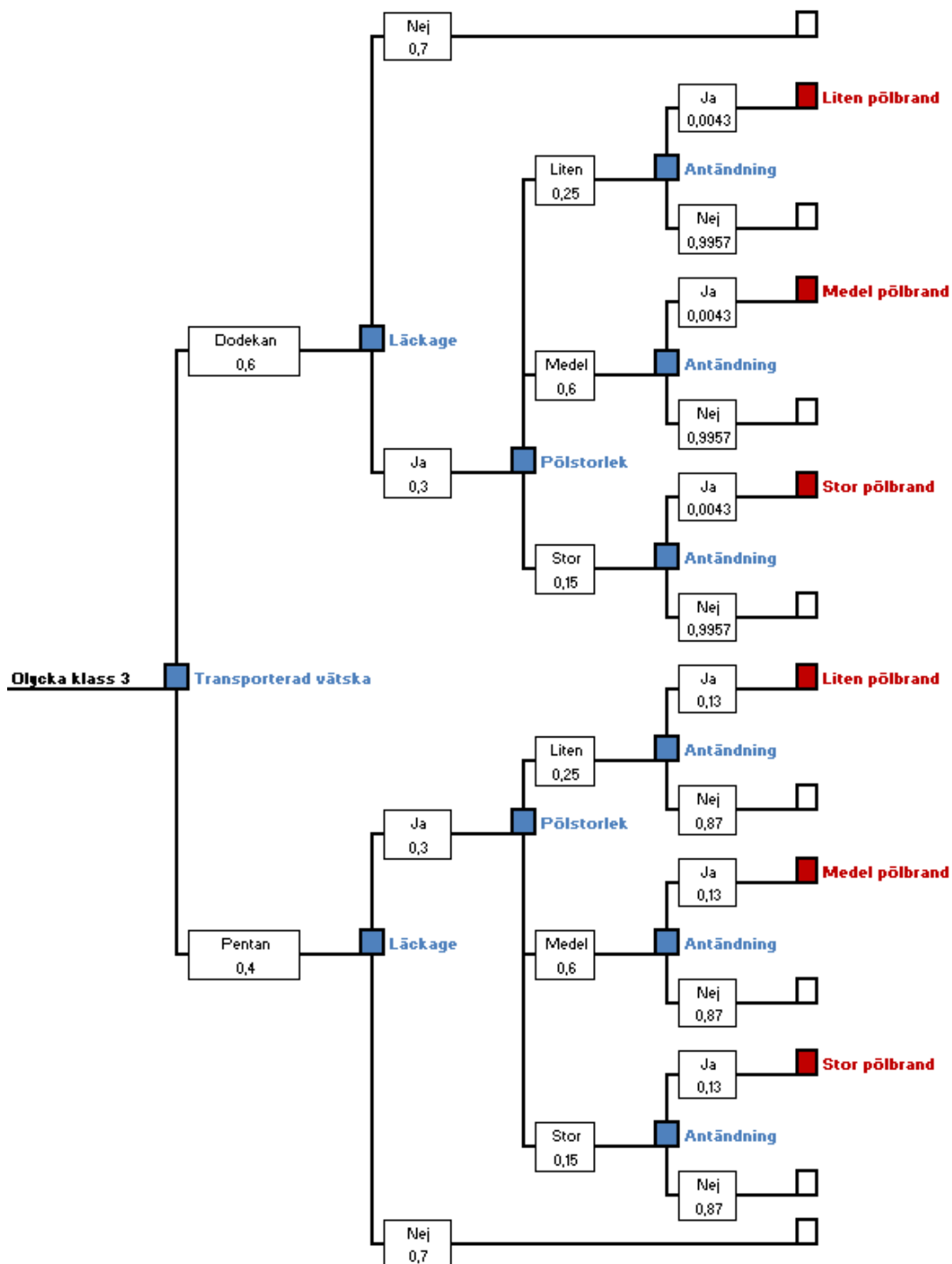
Tabell 4-12. Sannolikhet för antändning av pölbrand [4].

| Brandfarlig vätska | Direkt antändning [%] | Fördröjd antändning [%] |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| Pentan | 6,5 | 6,5 |
| Dodekan | 0,43 | - |

Händelsetråd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-5 som visar händelsetrådet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelsetrådet med de värden som presenteras i Figur 4-5 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-5. Händelsetråd för olycka med brandfarlig vätska.

4.3.2.5 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Klass 5 utgörs av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2) medföra brand eller explosion. Explosion är främst möjligt vid de fall det oxiderande materialet transporteras i höga koncentrationer och sammanblandas med organiskt material, exempelvis fordonets

Beräkningsbilaga

bränsle, vid olyckan. Det oxiderande ämnet väteperoxid kan sönderfalla i koncentrationer över 20% och detonera vid koncentrationer över 90% [25].

Vissa organiska peroxider kräver kyllda förhållanden. För dessa typer av organiska peroxider kan brand- och explosionsförlopp inträffa om kylningen på något sätt fallerar eller att ämnets SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature) överskrider, exempelvis av en extern brand [26].

En erfarenhetsmässig bedömning är att olika koncentrationer av det oxiderande ämnet väteperoxid är den vanligaste typen av ämne inom klass 5.1 och att de organiska peroxiderna (klass 5.2) är mindre vanliga. Det antas därför att transporter av klass 5 enbart utgörs av oxiderande ämnen.

Oxiderande ämnen transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, erhålls sannolikheten för läckage från [21]. Baserat på den aktuella vägsträckans bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp (se avsnitt 4.3.1) är sannolikheten för läckage 25% enligt [21].

Olycksförloppet vid läckage av oxiderande ämne beror på om ämnet blandas med organiskt material, exempelvis fordonets bränsle. Om ämnet blandas med organiskt material kan en explosion inträffa. Om ämnet inte blandas med material förväntas ingen explosion men däremot kan en brand uppstå.

Givet ett läckage antas sannolikheten för blandning av det oxiderande ämnet med organiskt material vara 10%. Om det oxiderande ämnet blandas med organiskt material antas sannolikheten för explosion vara 6%. Om det oxiderande ämnet inte blandas med organiskt material antas sannolikheten för brand vara 6%.

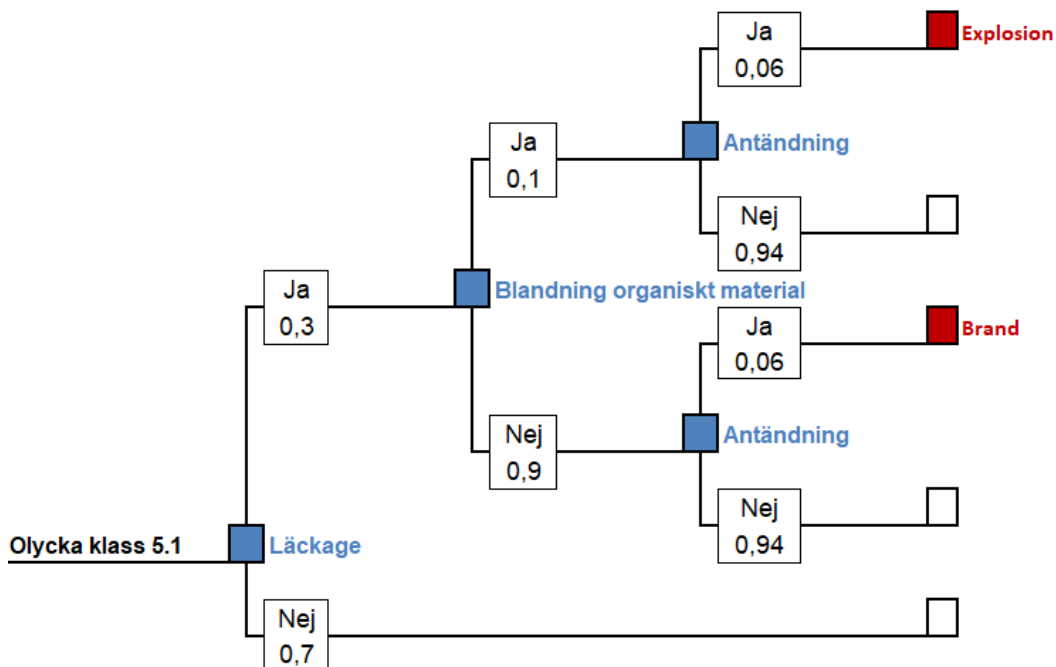
Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.

Händelseträäd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-6 som visar händelseträdet för olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 4-6 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-6. Händelseträd för olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider.

4.3.3 Summering av frekvensberäkningar

Nedan presenteras en summering av de frekvens som används som indata till beräkning individ- och samhällrisken.

4.3.3.1 Väg

Slutfrekvenser för olycka med farligt gods på väg redovisas i Tabell 4-13.

Tabell 4-13. Slutfrekvenser för olycka farligt gods på väg.

| Klass | Händelse | Frekvens per år |
|-----------|---|-----------------|
| Klass 1 | Liten explosion | 7,31E-07 |
| | Stor explosion | 6,38E-09 |
| Klass 2.1 | BLEVE | 1,06E-08 |
| | Jetbrand (litet läckage) | 3,52E-07 |
| | Jetbrand (stort läckage) | 7,05E-07 |
| | Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (litet läckage) | 3,52E-08 |
| | Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (stort läckage) | 1,76E-06 |
| Klass 2.3 | Utsläpp, ammoniak (litet läckage) | 6,16E-08 |
| | Utsläpp, ammoniak (stort läckage) | 6,16E-08 |
| | Utsläpp, klor (litet läckage) | 1,54E-08 |
| | Utsläpp, klor (stort läckage) | 1,54E-08 |
| Klass 3 | Pölbrand, dodekan (litet läckage) | 1,51E-06 |
| | Pölbrand, dodekan (medelstort läckage) | 3,63E-06 |
| | Pölbrand, dodekan (stort läckage) | 9,08E-07 |

Beräkningsbilaga

| Klass | Händelse | Frekvens per år |
|---------|---------------------------------------|-----------------|
| | Pölbrand, pentan (litet läckage) | 3,05E-05 |
| | Pölbrand, pentan (medelstort läckage) | 7,32E-05 |
| | Pölbrand, pentan (stort läckage) | 1,83E-05 |
| Klass 5 | Explosion ¹ | 7,05E-07 |
| | Brand ² | 6,35E-06 |

¹ Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

² Brandscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.

Beräkningsbilaga

4.4 Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods har genomförts i programvaran Riskcurves [2]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Beräkningarna i riskutredningen baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves, dvs. Purple Book [4], Yellow Book [27] och Green book [28]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

4.4.1 Generella sårbarhetsparametrar

Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser presenteras i Tabell 4-14. Parametrarna är hämtade från [28] om inget annat anges.

Tabell 4-14. Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser.

| Parameter | Värde | Kommentar |
|---|--|---|
| Explosionsövertryck (dödlighet) | 30 kPa | Explosionsövertryck som orsakar 100% dödlighet |
| Explosionsövertryck (glaskross) | 10 kPa | Explosionsövertryck som orsakar glaskross och 2,5% dödlighet inomhus |
| Gasmolnsbrand (faktor för dödlighet) | 1 | Inom brännbar koncentration av ett gasmoln |
| Jetbrand (faktor för dödlighet) | 1 | Inom jetbrandens utbredning |
| Värmestrålning (dödlighet) | 35 kW/m ² | Värmestrålningsnivå med 100% dödlighet |
| Probitfunktion för värmestrålning | $-36,38+2,56 \cdot \ln(q^{4/3} \cdot t)$ [2] | q = värmestrålning i W/m ² t = exponeringstid i sekunder |
| Tid för värmeexponering | 20 s | Det antas att personer som inte har omkommit inom 20 s har funnit skydd |
| Skyddsfaktor för värmeexponering (kläder) | 0,14 | Skyddsfaktor som används för exponering av värmestrålning |
| Probitfunktion för toxisk exponering för ammoniak | $7,9367+1 \cdot \ln(c^2 \cdot t)$ [2] | c = koncentration t = exponeringstid |
| Probitfunktion för toxisk exponering för klor | $10,599+0,5 \cdot \ln(c^{2,75} \cdot t)$ [2] | c = koncentration t = exponeringstid |
| Tid för toxisk exponering | 1 800 s | Det antas att personer som inte har omkommit inom 1800 s har funnit skydd |
| Skyddsfaktor för toxisk exponering (inomhus) | 0,1 [4] | Skyddsfaktor för exponering av toxisk koncentration inomhus |
| Mottagarens höjd över marken | 1,5 m | Höjd för beräkning av värmestrålning och toxisk koncentration av gas |

4.4.2 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande övertryck

Beräkningsbilaga

i tryckvågen och den effekt ett sådant övertryck har på personerna som utsätts för tryckvågen.

Skador på människor utgörs i första hand av skador på trumhinnor. Vid mer kraftfulla övertryck påverkas lungor och andra inre organ, vilket kan orsaka dödliga skador. I Tabell 4-15 nedan redovisas uppgifter för skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [29].

Tabell 4-15. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus [29].

| Skada | Explosionsövertryck [kPa] |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Gräns för lungskador (alla skadade) | 70 |
| Gräns för dödliga skador (1% döda) | 180 |
| 10% döda | 210 |
| 50% döda | 260 |
| 90% döda | 300 |
| 99% döda | 350 |

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 4-16. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa medan byggnadsstommar antas kollapsa vid 20 kPa.

Tabell 4-16. Gränsvärden för skador på olika byggnadsverk.

| Byggnadsmaterial | Trycktålighet [kPa] |
|------------------------------|---------------------|
| Träbyggnader och plåthallar | 10 kPa |
| Tegelhus och äldre betonghus | 20 kPa |
| Nyare betonghus | 40 kPa |

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen och föremål används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i Yellow book [27]. Det massexplosiva ämnet representeras av TNT och massan TNT räknas om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från explosionen beräknas därefter. Den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT kan erhållas från nedanstående samband:

$$m_{gas} = \frac{m_{TNT} \cdot \Delta H_d(TNT)}{\Delta H_c(metangas) \cdot Y}$$

Där

- m_{gas} = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnsexplosion [kg]
- m_{TNT} = massa TNT, [kg]
- $\Delta H_d(TNT)$ = förbränningsvärme för TNT, 4,18E+06 J/kg
- $\Delta H_c(metangas)$ = förbränningsvärme för metangas, 5,6E+07 J/kg
- Y = effektivitetsfaktor [-], beror på gasens reaktivitetsgrad och anges i [27] till 0.2

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 4-17. Mängden massexplosiva varor i en transport är antingen 20 kg eller 16 000 kg enligt avsnitt 4.3.2.1.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-17. TNT-ekvivalenter av metan.

| Olycksscenario | Massa TNT [kg] | Massa metangas [kg] |
|-----------------|----------------|---------------------|
| Liten explosion | 20 | 7,5 |
| Stor explosion | 16 000 | 5 970 |

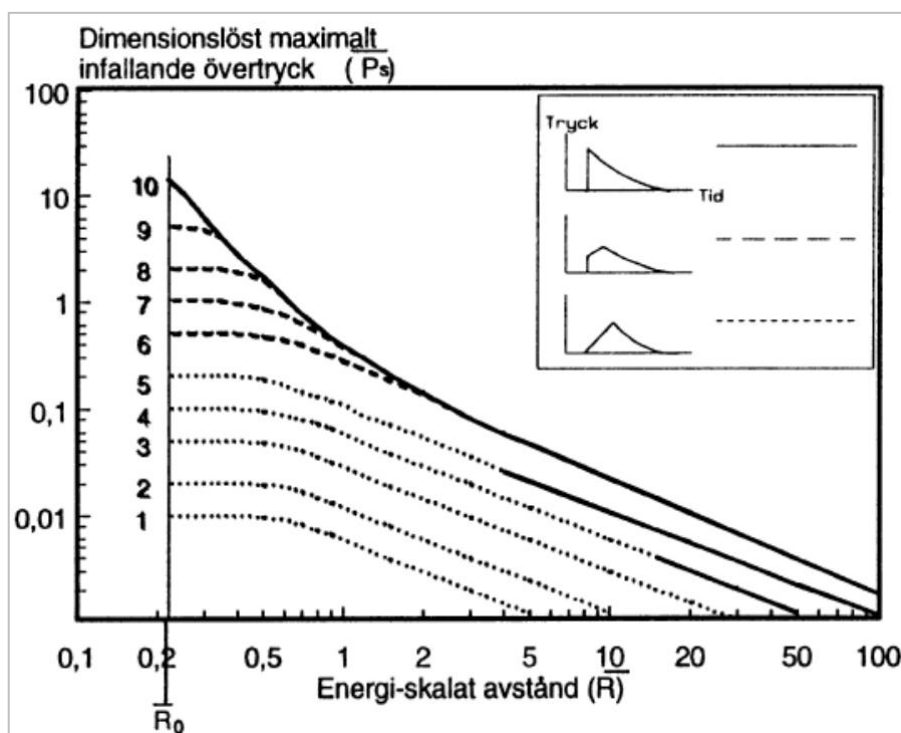
För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt [29]:

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

Där

- \bar{R} = dimensionslöst avstånd [-]
- R = verkligt avstånd från explosionens centrum [m]
- E = energimängd i gasmolnet [J]
- P_0 = atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av Figur 4-7 [29].



Figur 4-7. Maximalt dimensionslöst tryck.

För beräkningarna har den högsta detonationsklassen ur Figur 4-7, dvs. detonationsklass 10, antagits. Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur Figur 4-7 kan explosionsövertrycket bestämmas genom:

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

Där

Beräkningsbilaga

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

Baserat på ovanstående kan explosionsövertrycket på olika avstånd från explosionens centrum bestämmas. Avstånd till explosionsövertrycken 10 kPa och 30 kPa för såväl liten explosion som stor explosion presenteras i Tabell 4-18.

Tabell 4-18. Konsekvensavstånd för explosion.

| Olycksscenario | Avstånd [m] till angivet explosionsövertryck | |
|-----------------|--|--------|
| | 10 kPa | 30 kPa |
| Liten explosion | 37 | 17 |
| Stor explosion | 341 | 157 |

4.4.3 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Mängden brandfarlig gas i ett släp antas vara 40 m³. För transporter på väg bedöms det vara ett konservativt antagande.

Vidare antas att det är tryckkondenserad propan (gasol) som transporteras eftersom ämnet har en låg brännbarhetsgräns. Det innebär att antändning kan inträffa på ett förhållandevis långt avstånd från olycksplatsen.

Enligt avsnitt 4.3.2.2 gäller följande med avseende på läckage:

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

Dessa hålstorlekar används för modellering av konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln. I tillägg modelleras även BLEVE, vars konsekvenser är oberoende av hålstorlek.

För jetbrand och antänt gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Ett utsläpps storlek och konsekvensområde varierar beroende på var i tanken ett läckage inträffar, dvs. om läckaget uppstår där det transporterade ämnet är i vätskefas eller i gasfas. I beräkningarna antas att läckaget sker i vätskefasen eftersom det ger de största konsekvenserna och anses vara det mest troliga i händelse av olycka med brandfarlig gas.

De indata som används i beräkningsprogrammet [2] för att simulera konsekvensområden för jetbrand, antänt gasmoln och BLEVE är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck: 6,2 bar (absolut tryck motsvarande ångtrycket)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 2

Beräkningsbilaga

Avstånd för relevanta konsekvenser i samband med olyckor med brandfarlig gas presenteras i Tabell 4-19, Tabell 4-20 och

Tabell 4-21. Tabell 4-19 och Tabell 4-20 presenterar konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage respektive stort läckage av brandfarlig gas. Konsekvenserna för jetbrand och antänt gasmoln är beroende av väderförhållanden och presenteras därför för olika väderförhållanden.

Tabell 4-21 presenterar konsekvenserna för BLEVE. Som tidigare nämnt är konsekvenserna för BLEVE är oberoende av hålstorlek. Dessutom är konsekvenserna för BLEVE i praktiken oberoende av väderförhållanden och presenteras därför inte för olika väderförhållanden.

Tabell 4-19. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage.

| Konsekvens | Olycksscenario | Avstånd [m] vid angivet väderförhållande | | |
|---|-------------------------------------|--|----|----|
| | | D5 | D2 | F2 |
| 20 kW/m ² värmestrålning | Jetbrand | 24 | 27 | 28 |
| 35 kW/m ² värmestrålning | Jetbrand | 22 | 25 | 26 |
| 10 kPa övertryck | Gasmolnsexplosion | 20 | 23 | 26 |
| 30 kPa övertryck | Gasmolnsexplosion | 14 | 15 | 18 |
| Längsta avstånd till antändbart gasmoln | Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion | 14 | 15 | 18 |

Tabell 4-20. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med stort läckage.

| Konsekvens | Olycksscenario | Avstånd [m] vid angivet väderförhållande | | |
|---|-------------------------------------|--|-----|-----|
| | | D5 | D2 | F2 |
| 20 kW/m ² värmestrålning | Jetbrand | 97 | 110 | 113 |
| 35 kW/m ² värmestrålning | Jetbrand | 89 | 102 | 105 |
| 10 kPa övertryck | Gasmolnsexplosion | 100 | 124 | 158 |
| 30 kPa övertryck | Gasmolnsexplosion | 68 | 83 | 111 |
| Längsta avstånd till antändbart gasmoln | Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion | 77 | 93 | 138 |

Tabell 4-21. Konsekvensavstånd för olycksscenario BLEVE.

| Konsekvens | Avstånd [m] |
|-------------------------------------|-------------|
| 20 kW/m ² värmestrålning | 206 |
| 35 kW/m ² värmestrålning | 126 |

4.4.4 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Enligt avsnitt 4.3.2.3 antas transporter av giftiga gaser innehålla antingen ammoniak eller klor. Mängden giftig gas i ett släp antas vara 40 m³. För transporter på väg bedöms det vara ett konservativt antagande.

Beräkningsbilaga

Spridningssimuleringar har genomförts för måttligt giftiga gaser (representerat av ammoniak) och mycket giftiga gaser (representerat av klor). Väderförhållandena som råder vid tiden för utsläppet påverkar konsekvenserna i stor utsträckning. Platsspecifika väderdata som presenteras i avsnitt 2 har tillämpats i beräkningsprogrammet [2]. Påverkan för människor som befinner sig inomhus bedöms reduceras med en faktor tio jämfört med människor som befinner sig utomhus, enligt vad som anges i Purple Book [4].

Enligt avsnitt 4.3.2.3 gäller följande med avseende på läckage:

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

De indata som används i beräkningsprogrammet [2] för att simulera konsekvensområden för läckage av giftig gas är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck klor: 10 bar (absolut tryck)
- Lagringstryck ammoniak: 10 bar (absolut tryck)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 2

För att redovisa konsekvensområdets utbredning används Acute Exposure Guideline Level (AEGL). Nivåerna AEGL-1, AEGL-2 och AEGL-3 avser exponeringsnivåer av luftburna partiklar där en individ (inklusive känsliga individer) kan uppleva besvär, få irreversibla hälsoeffekter respektive drabbas av livshotande skador samt död. AEGL-3 utgör den nivå där känsliga individer kan omkomma. AEGL-3 för ammoniak avseende 30 minuters exponering är 1600 ppm [30]. AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm [30]. Tabell 4-22 presenterar avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Tabell 4-22. Avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

| Olycksscenario | Avstånd [m] till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid angivet väderförhållande | | |
|--------------------------|---|-------|--------|
| | D5 | D2 | F2 |
| Ammoniak (litet läckage) | 119 | 157 | 318 |
| Ammoniak (stort läckage) | 709 | 928 | 1 693 |
| Klor (litet läckage) | 668 | 1 065 | 3 481 |
| Klor (stort läckage) | 4 086 | 6 101 | 12 873 |

4.4.5 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

I konsekvensberäkningen används pentan för att modellera bensen och dodekan för att modellera resterande brandfarliga vätskor (diesel, flygbränsle osv.). En cirkulär pöl används i konsekvensberäkningarna, vilket är ett konservativt antagande då detta ger högre värmestrålning i jämförelse med en avlång pöl som kanske skulle efterspegla verkligheten

Beräkningsbilaga

på ett rimligare sätt. I Tabell 4-23 redovisas avstånd till värmestrålningsnivåer för vädersscenario D5 för de studerade olycksscenarierna. Variationerna mellan D5 och andra vädersscenarier är inte betydande och därför presenteras enbart avstånd för vädersscenario D5.

Tabell 4-23. Avstånd till värmestrålningsnivåer för vädersscenario D5.

| Olycksscenario | Avstånd [m] till angiven värmestrålningsnivå vid vädersscenario D5 | |
|------------------------------|--|----------------------|
| | 20 kW/m ² | 35 kW/m ² |
| Pentan (litet läckage) | 20 | 15 |
| Pentan (medelstort läckage) | 27 | 20 |
| Pentan (stort läckage) | 34 | 25 |
| Dodekan (litet läckage) | 14 | 11 |
| Dodekan (medelstort läckage) | 19 | 15 |
| Dodekan (stort läckage) | 24 | 19 |

4.4.6 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

I avsnitt 4.3.2.5 beskrivs att oxiderande ämnen (klass 5.1) antas utgöra samtliga transporter av ämnen i klass 5. I samma avsnitt beskrivs att explosionsscenarier eller brandscenarier kan uppstå i samband med en olycka med oxiderande ämnen.

Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som små explosioner av explosiva ämnen och föremål. Se avsnitt 4.4.2 för mer information om konsekvenser för små explosioner.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas konservativt ge liknande konsekvenser som små pölbränder av brandfarliga vätskor. Brandscenarier med oxiderande ämnen fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan. Se avsnitt 4.4.5 för mer information om konsekvenser för en små pölbränder.

Beräkningsbilaga

Referenser

- [1] Länsstyrelsen Skåne, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," 2007.
- [2] TNO Riskcurves, RISKCURVES 11.4.2.
- [3] SCB. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/tabell-och-diagram/antal-och-andel-personer-och-hushall-efter-boendeform/>.
- [4] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [5] Länsstyrelsen Skåne, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [6] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>.
- [7] FOI, "Osäkerheter i observationer och beräkningar," Totalförsvarets forskningsinstitut., FOI-R--3764--SE, 2013.
- [8] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2012 (Statistik 2013:12)," 2013.
- [9] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2013 (Statistik 2014:12)," 2014.
- [10] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2014 (Statistik 2015:21)," 2015.
- [11] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2015 (Statistik 2016:27)," 2016.
- [12] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016 (Statistik 2017:14)," 2017.
- [13] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017 (Statistik 2018:13)," 2018.
- [14] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2018 (Statistik 2019:13)," 2019.
- [15] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2019 (Statistik 2020:14)," 2020.
- [16] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020 (Statistik 2021:14)," 2021.
- [17] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2021 (Statistik 2022:16)," 2022.
- [18] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006," 2006.
- [19] Trafikverket, "NVDB på webb," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.

Beräkningsbilaga

- [20] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2065 (Ärendenummer TRV 2017/111007)," 2022.
- [21] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," 1996.
- [22] HMSO, "Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances," Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety, London, 1991.
- [23] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [24] Drivkraft Sverige, "Volymer," [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/volymer/>. [Accessed 30 07 2021].
- [25] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [26] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [27] TNO Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005a.
- [28] TNO Green Book, "Methods for determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials "Green Book", " 1992.
- [29] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," 1998.
- [30] EPA, "Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values," 29 08 2016. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>.