

Beräkningsbilaga

Kund
Götene kommun

Beräkningsbilaga till Riskutredning för detaljplanering för del av fastigheten Götene 16:2 m.fl.

Uppdragsledare: Gustaf Zetterberg
Handläggare: Cecilia Magnusson
Intern kvalitetsgranskning: Frida Falk

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2024-02-22	Första utgivna version.	Cecilia Magnusson

Beräkningsbilaga

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
1.1	Kvantitativa riskmått.....	3
2	Personbelastning	4
2.1	Sammanfattning av personbelastning	7
3	Väderdata	9
3.1	Vindhastighet	9
3.1.1	Stabilitetsklass.....	10
3.2	Vindriktning	11
4	Olycka med farligt gods.....	13
4.1	Trafikmängd.....	13
4.1.1	Väg	13
4.2	Fördelning av farligt gods.....	14
4.2.1	Väg	15
4.3	Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods	16
4.3.1	Väg	16
4.3.2	Olycksscenarion	18
4.3.3	Summering av frekvensberäkningar	29
4.4	Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods	31
4.4.1	Generella sårbarhetsparametrar	31
4.4.2	Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	31
4.4.3	Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	34
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	37
	Referenser	38

Beräkningsbilaga

1 Inledning

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

- Riskutredning för Riskutredning för detaljplanering för del av fastigheten Götene 16:2 m.fl., daterad 2024-02-22

Beräkningsbilagan omfattar följande områden:

- Personbelastning
- Väderdata
- Olycka med farligt gods

1.1 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmått benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

Individrisken (IR) i en given koordinat (x,y) beräknas enligt:

$$IR_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n IR_{(x,y),i}$$

$$IR_{(x,y),i} = f_i * p_i$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i . Sannolikheten för studerad konsekvens, vilket är dödsfall i den här utredningen och antas till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen, representeras av p_i . Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

Samhällsrisk beräknas enligt:

$$N_i = \sum_{(x,y)} P_{(x,y)} * p_i$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen i . $P_{(x,y)}$ är antalet individer i koordinaten (x,y) och p_i definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisk redovisas normalt i F/N-kurvor som visar den ackumulerade frekvensen för att ett visst antal, eller fler, personer omkommer till följd av de händelser som studeras.

$$F_N = \sum_i F_i \text{ för alla sluthändelser för vilka } N_i \geq N$$

F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor. F_i är frekvensen för sluthändelse i . N_i definieras enligt ovan.

Beräkningsbilaga

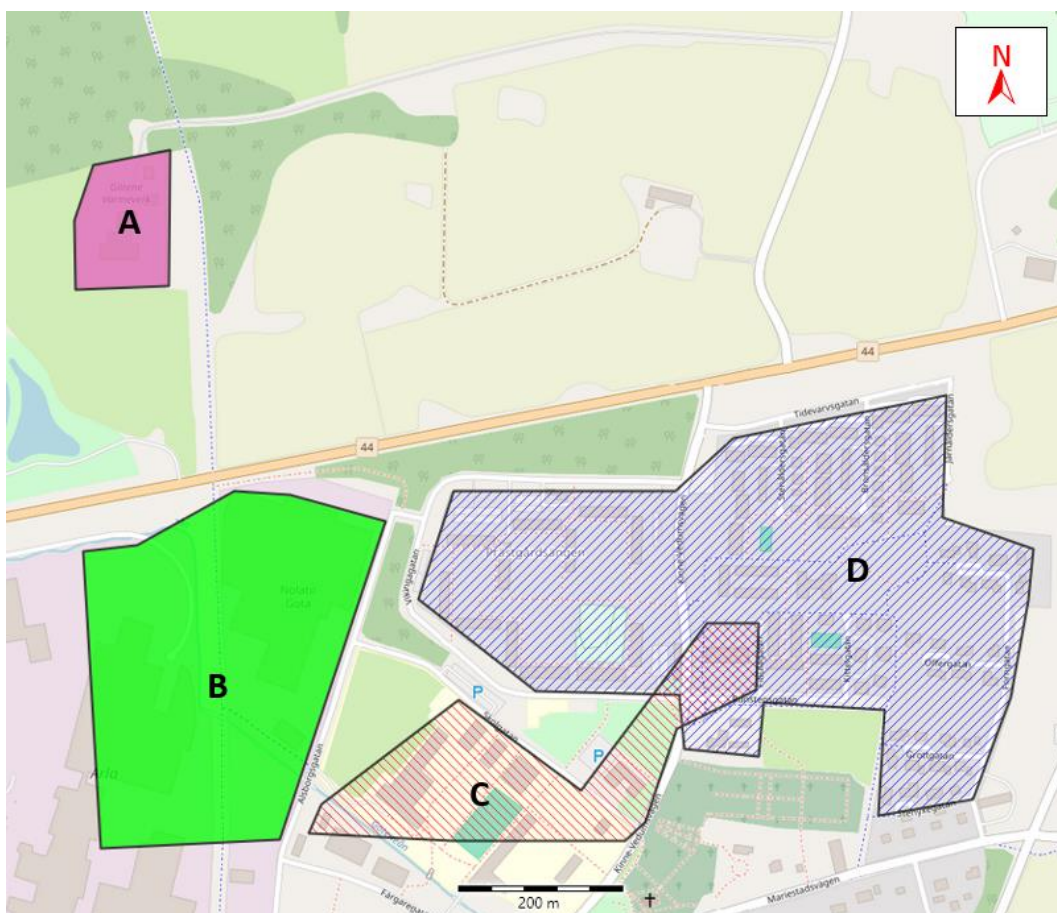
2 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar av samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratisk område med arean 1 km² där planområdet är placerat centralt inom området. Kriterierna för samhällsrisk tillämpas generellt på ett sådant område. För personbelastningen beaktas markanvändning där stadigvarande vistelse förväntas. Det innebär att personbelastning inom markanvändning i form av bland annat gator och vägar inte beaktas.

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 år 2050.

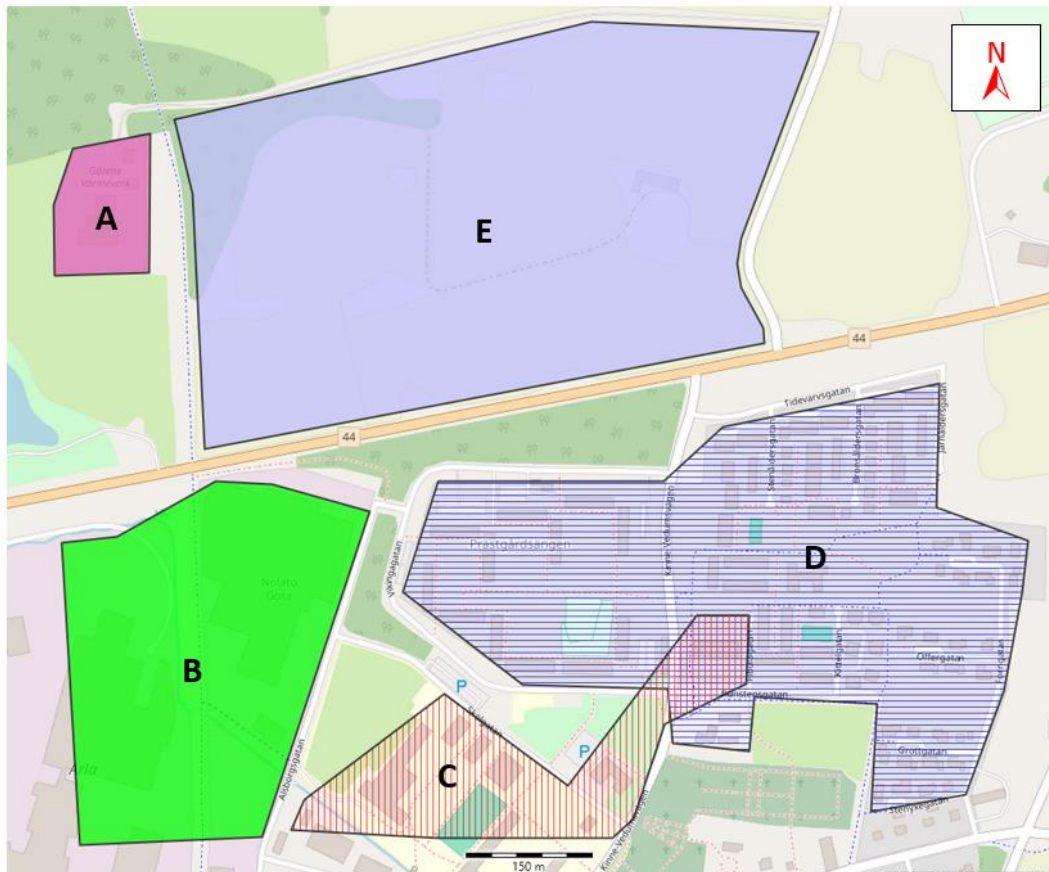
Det aktuella området utgörs av fem delområden utifrån persontäthet, inklusive delområdet för planområdet. Dessa delområden illustreras i Figur 2-1 och Figur 2-2 som representerar nollalternativet, respektive utvecklingsalternativet. I

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. Specifiering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan.

Område	Markanvändning nollalternativ	Markanvändning utvecklingsalternativ
A	Värmeverk	Värmeverk
B	Industriområde	Industriområde
C	Skola	Skola
D	Bostadsområde	Bostadsområde
E	Jordbruksmark (visas ej i Figur 2-1)	Industriområde

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. För år 2050 antas generellt en ökning på 10 % av persontätheten för att ta hänsyn till eventuella förändringar av området.

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, dvs. hur många dagar per år ett visst område används

Beräkningsbilaga

Område A

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

Utifrån hemsidan för värmeverket (Västerbyverket) har företaget cirka 30 medarbetare [1]. Enligt en riskanalys för Gasmus verksamhet, baserat på samtal med Värmeverket, uppgavs att antalet personer inom verket inte överstiger 10 under en genomsnittsdag [2]. Med en ökning på 10 % till år 2050 innebär detta en persontäthet på 11 personer. Personerna antas befinna sig inom området under dagtid. Under nattetid antas dock att endast 2 personer befinner sig på området.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93 % respektive 99 %, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [3], som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för värmeverket.

Nyttjandegraden för område A ansätts till 365 dagar per år.

Område B

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

För industriområdet ansätts en persontäthet på 1 000 personer per km² i enlighet med Länsstyrelsen Skånes riktlinjer för områden med bland annat sällanköpshandel, industri och lager [4]. För den aktuella ytan innebär detta ett personantal på 117 personer. Med en ökning på 10 % till år 2050 innebär detta ett personantal på 129 personer. Under nattetid antas det att ett begränsat antal personer befinner sig på området. 10 % av antalet personer som befinner sig på området under dagtid förväntas vistas där under nattetid, vilket innebär ett personantal på 13 personer under nattetid.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93 % respektive 99 %, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [3], som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för industri.

Nyttjandegraden för område B, industriverksamheten, ansätts till 312 dagar per år, dvs. sex dagar i veckan och 52 veckor om året.

Område C

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

De skolor som finns på området är Liljestensskolan, Prästgårdsskolan och Miklagårds förskola. Utifrån Götene kommuns hemsida omfattar Liljestensskolan cirka 450 elever och 60 anställda och Prästgårdsskolan cirka 305 elever [5]. Antalet anställda vid Prästgårdsskolan antas vara procentuellt fördelat, vilket motsvarar cirka 40 anställda. Det saknas uppgifter om antalet anställda och elever vid Miklagårds förskola, men med hänsyn till att skolan är mindre än de andra skolorna, förmodas den ha ungefär 100 elever och 13 anställda. Det totala personantalet för området blir 968 personer. Med en ökning på 10 % till år 2050 innebär detta ett personantal på 1 065 personer. 1 % av antalet personer som befinner sig på området under dagtid förväntas vistas där under nattetid, vilket innebär ett personantal på 11 personer under nattetid.

Andelen personer inomhus ansätts till 50 % dagtid, eftersom utomhusvistelse bedöms vara vanligare på en skola än i bostadsområden. För nattetid ansätts andelen personer inomhus till 0 %.

Beräkningsbilaga

Nyttjandegraden för område C ansätts till 260 dagar per år, dvs. 5 dagar i veckan.

Område D

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

För bostadsområdet har antalet bebodda inom Område D erhållits av Götene kommun, vilket är totalt 753 personer. Med en ökning på 10 % till år 2050 innebär detta ett personantal på 828 personer. Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70 % respektive 100 %, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [3], som används för de kvantitativa beräkningarna. Detta blir alltså 580 personer dagtid och 828 personer nattetid.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93 % respektive 99 %.

Nyttjandegraden för område D ansätts till 365 dagar per år.

Område E

Nuvarande markanvändning av Område E är jordbruksmark, vilket utgör det aktuella planområdet. Utvecklingsalternativet möjliggör ett industriområde.

För nollalternativet förväntas inga personer på området, både dagtid och nattetid.

Det är i dagsläget inte bestämt vad för industri som kommer utvecklas på området, utan utvecklingsalternativet anses ungefär ha en persontätheten som det närliggande industriområdet, Område B. För industriområdet ansätts en persontäthet på 1 000 personer per km², i enlighet med Länsstyrelsen Skånes riktlinjer för områden med bland annat sällanköpshandel, industri och lager [4]. För den aktuella ytan innebär detta ett personantal på 278 personer. Med en ökning på 10 % till år 2050 innebär detta ett personantal på 306 personer. 10 % av antalet personer som befinner sig på området under dagtid förväntas vistas där under nattetid, vilket innebär ett personantal på 31 personer under nattetid.

Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93 % respektive 99 %, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [3], som används för de kvantitativa beräkningarna. De angivna siffrorna bedöms vara rimliga även för industri.

Nyttjandegraden för område E, industriverksamhet, ansätts till 312 dagar per år, dvs. 6 dagar i veckan och 52 veckor om året.

2.1 Sammanfattning av personbelastning

Personbelastningen för nollalternativet och utvecklingsalternativet redovisas i Tabell 2-2 respektive Tabell 2-3. Området med förändringar i förhållande till nollalternativet är Område E.

Tabell 2-2. Sammanfattning av personbelastning för nollalternativet.

Område	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
A	11	2	0,93	0,99	365
B	129	13	0,93	0,99	312
C	1065	11	0,50	0	260
D	580	828	0,93	0,99	365
E	0	0	0	0	0

Beräkningsbilaga

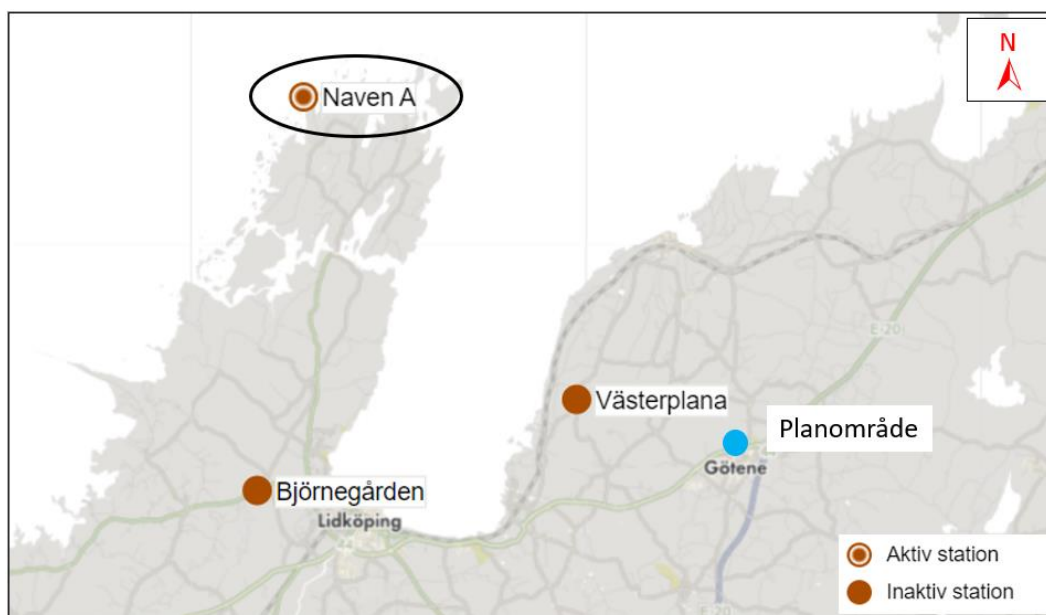
Tabell 2-3. Sammanfattning av personbelastning för utvecklingsalternativet.

Område	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
A	11	2	0,93	0,99	365
B	129	13	0,93	0,99	312
C	1065	11	0,50	0	260
D	580	828	0,93	0,99	365
E	306	31	0,93	0,99	312

Beräkningsbilaga

3 Väderdata

Den närmaste aktiva mätstationen tillhörande SMHI i förhållande till planområdet benämns Naven A. Avståndet mellan mätstationen och planområdet är cirka 29 km. Figur 3-1 visar placeringen av mätstationen i förhållande till planområdet. Data från mätstationen avseende vindhastighet och vindriktning mellan åren 2004 och 2023 är hämtat från SMHI:s öppna databas [6].

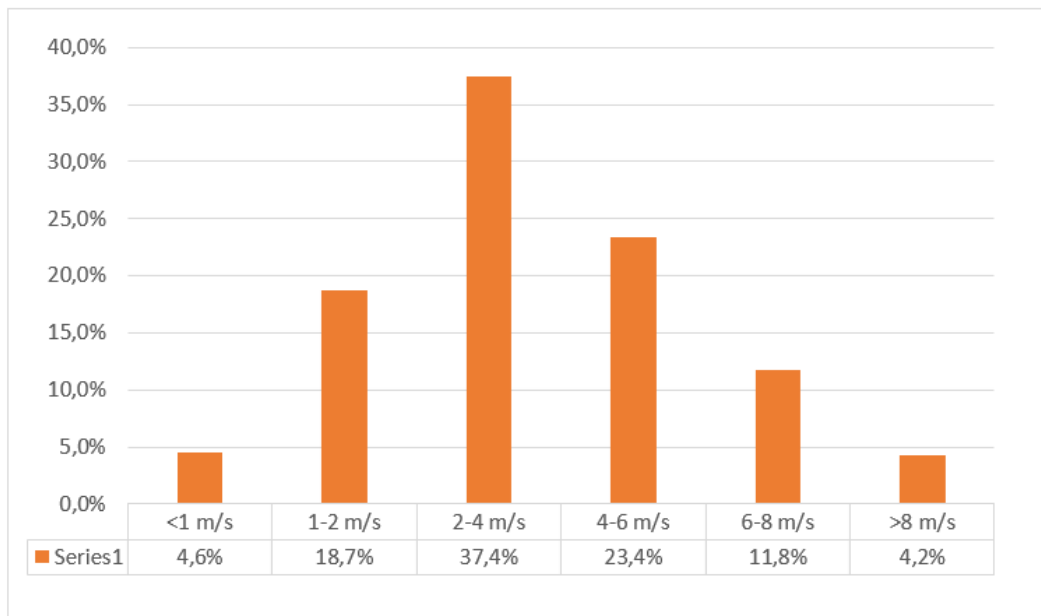


Figur 3-1. Placering av planområdet och mätstationen Naven A.

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 Naven A. Medelvärde under den aktuella perioden var 4 m/s och vindstilla förhållanden uppmättes under cirka 1,3 % av tiden.

Beräkningsbilaga



Figur 3-2. Fördelning av vindhastighet vid mätstationen Naven A, år 2004–2023.

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 när 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 [7, 8].

Turbulens	Beskrivning av väderförhållande	Pasquills stabilitetsklass	Ungefärliga vindhastigheter [m/s]
Instabil	Måttligt till mycket solinstrålning, dvs. soligt och molnfritt väder, där solen står högt på himlen (vinkel större än 60 grader) och måttliga till svaga vindar, som 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), vilket är associerat 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 Naven A och presenteras i Tabell 3-2.

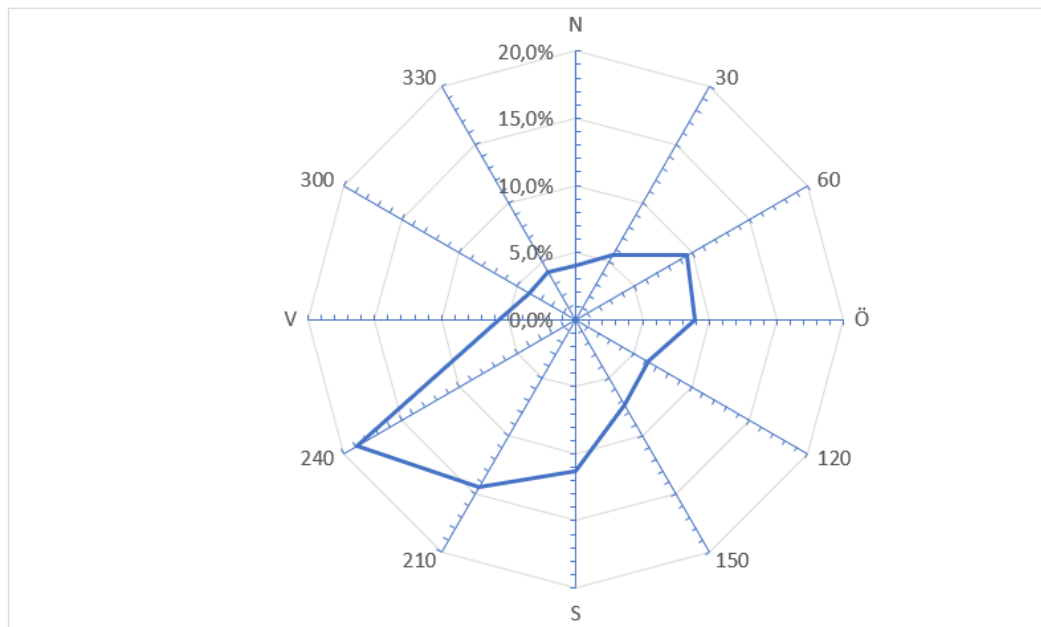
Tabell 3-2. Fördelning av väderförhållanden under dagtid och nattetid.

Väderförhållande	Dag [%]	Natt [%]
2F	5	38
2D	46	13
5D	49	49
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 Naven A. Figur 3-3 visar att den mest förekommande vindriktningen är sydvästlig.

Beräkningsbilaga



Figur 3-3. Fördelning av vindriktning vid mätstation Naven A, år 2004 – 2023.

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 Trafikmängd

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

4.1.1 Väg

ÅDT för den totala samt tunga trafiken erhålls från Trafikverkets nationella vägdatabas [9]. Erhållna data för Riksväg 44 avser år 2019 och räknas upp till prognosår 2050. Erhållna data för Väg 2727 avser år 2020 och räknas upp till prognosår 2050.

För att beräkna förväntad ÅDT för år 2050 tillämpas Trafikverkets trafikuppräkningsstal [10]. Trafikuppräkningsstalet som gäller för personbil är området Östra VVÄ. Trafikuppräkningsstalet som gäller för lastbil är området Västra Götaland. Trafikuppräkningsstalen presenteras i Tabell 4-1. Ökningen mellan 2017 och 2040 respektive 2040 och 2065 antas vara linjär. Baserat på trafikuppräkningsstalen beräknas trafikuppräkningskvoten mellan 2019 och 2050 samt 2020 och 2050 och presenteras i Tabell 4-1. Kvoten för lastbil appliceras på ÅDT för tung trafik medan trafikuppräkningsstal för personbil appliceras på ÅDT för total trafik, exklusive ÅDT för tung trafik.

Tabell 4-1. Trafikuppräkningsstal för Östra VVÄ och Västra Götaland.

Trafikuppräkningsstal	Personbil	Lastbil
Prognos 2017–2040 (kvot)	1,22	1,48
Prognos 2017–2065 (kvot)	1,39	2,04
Trafikuppräkningskvot 2019–2050	1,26	1,64
Trafikuppräkningskvot 2020–2050	1,25	1,60

Mellan år 2013 och 2022 utgjorde farligt gods i snitt 4,06 % av total transporterad godsmängd på väg och 2,46 % av totalt godstransportarbete på väg [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Beräkningarna utgår från att andelen ÅDT för farligt gods utgör 4 % av ÅDT för tung trafik. ÅDT för farligt gods antas utgöra 4 % av ÅDT för tung trafik, för såväl 2019, 2020 och 2050.

Trafikuppgifter för år 2019 och 2050 på Riksväg 44, på den aktuella vägsträckan, baserade på ovan antaganden och beräkningar, sammanfattas i Tabell 4-2. År 2050 förväntas även att en Sevesoanläggning, tillhörande Gasums verksamhet, har utvecklats i närheten av området. Anläggningen kommer transportera cirka 1 farligt gods per dygn. År 2050 har därför en (1) transport av farligt gods lagts till i tabellen.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-2. Trafikuppgifter för Riksväg 44 för 2019 och 2050.

ÅDT	2019	2050
Total trafik	5 593	7 439
Tung trafik	995	1 628
Farligt gods	40	66 ¹

Trafikuppgifter för år 2020 och 2050 på Väg 2727, på den aktuella vägsträckan, baserade på ovan antaganden och beräkningar, sammanfattas i Tabell 4-2. Det har även lagts till en (1) transport extra av farligt gods på Väg 2727 enligt resonemang i stycket ovan.

Tabell 4-3. Trafikuppgifter för Väg 2727 för 2020 och 2050.

ÅDT	2020	2050
Total trafik	1 749	2 273
Tung trafik	237	380
Farligt gods	9	16 ¹

4.2 Fördelning av farligt gods

Det här avsnittet redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg. 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 huvudrapporten 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

¹ Inkluderat en extra transport av farligt gods, utöver uppräknningen, på grund av att en Sevesoanläggning (Gasums verksamhet) förväntas ha utvecklats.

Beräkningsbilaga

- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

4.2.1 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 de aktuella vägsträckorna uppskattas utifrån Trafikanalys nationella statistik över svenskregistrerade transporter mellan år 2013 och 2022. Tabell 4-4 visar den genomsnittliga fördelningen av olika klasser av farligt gods utifrån antal transporter, godsmängd och transportarbete. Tabell 4-4 visar dessutom medelvärdet av den genomsnittliga fördelningen baserat på antal transporter, godsmängd och transportarbete.

Tabell 4-4. Fördelning av farligt gods på väg mellan år 2013 och 2022 baserat på information från Trafikanalys [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Klass	Antal transporter [%]	Godsmängd [%]	Transportarbete [%]	Medelvärde [%] (används i beräkningar)
1	1,01	0,39	0,37	0,59
2	23,45	15,83	23,39	20,89*
3	46,68	53,08	44,89	48,22
4.1	0,26	0,15	0,10	0,17
4.2	0,96	0,32	0,57	0,62
4.3	1,51	2,47	2,54	2,17
5.1	3,48	3,37	3,78	3,54
5.2	0,02	0,01	0,00	0,01
6.1	4,74	4,65	4,61	4,67
6.2	0,80	0,12	0,16	0,36
7	0,03	0,01	0,03	0,02
8	13,03	15,04	15,73	14,60
9	4,03	4,57	3,81	4,14
Totalt	100,00	100,00	100,00	100,00

*Delas upp i klass 2.1, 2.2 och 2.3, se Tabell 4-5.

Beräkningarna i den här riskutredningen utgår från medelvärden som presenteras i Tabell 4-4. Underklasserna till klass 4, klass 5 och klass 6 behandlas gemensamt. Tabell 4-4 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, kommer händelseförloppet se olika ut. Därför krävs det att underklasser inom klass 2 separeras vid beräkningar. Dåvarande Räddningsverket genomförde en undersökning av transporter av farligt gods i ton på det svenska väg- och järnvägsnätet under september 2006, där klass 2 delas in i underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3 [21]. Fördelningen presenteras i Tabell 4-5. Utifrån detta erhålls en andel av respektive underklass i relation till övriga klasser. För att erhålla

Beräkningsbilaga

konserverativa beräkningsunderlag ökas andelen av klass 2.3 på bekostnad av klass 2.2, i enlighet med Tabell 4-5.

Tabell 4-5. 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	4,94	4,94
2.2	76,20	15,92	15,85
2.3	0,16	0,03	0,10
Totalt	100,00	20,89	20,89

4.3 Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Följande avsnitt beskriver de modeller som används för frekvensberäkningar för olyckor på aktuella 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 används för frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg. Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods gäller för år 2050. Den studerade delen av aktuell vägsträcka är 1 km.

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg genomförs enligt den så kallade VTI-metoden, som presenteras i Räddningsverkets dokument *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* [22]. Metoden analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för olycka med farlig 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 vägavsnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Enligt Räddningsverket [22] kan det årliga antalet fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor på en specifik vägsträcka beräknas enligt:

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

Där

- $F_{olycka\ FG}$ = antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år
- O = förväntat antal olyckor med samtliga fordonsslag
- X = andel singelolyckor
- Y = andel transporter skyltade med farligt gods (motsvarar 4 % enligt avsnitt 4.1.1)

Det förväntade antalet olyckor med samtliga fordonsslag beräknas enligt:

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

Där

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

Såväl andelen singelolyckor som olyckskvoten beror på ett antal vägparametrar, såsom vägtyp och hastighetsgräns. I Räddningsverkets dokument [22] anges andelen

Beräkningsbilaga

singelolyckor och olyckskvoten för olika kombinationer av bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp. Dessa parametrar, och tillhörande värde på olyckskvot och andel singelolyckor, för aktuell vägsträcka presenteras i Tabell 4-6. Riksväg 44 har hastighetsgränsningar på både 80 km/h och 60 km/h vid planområdet. Medelhastigheten, 70 km/h, valdes därför för Riksväg 44. För Väg 2727 är hastighetsgränsen 70 km/h. Indataparametrarna för de båda vägarna blir alltså samma.

Tabell 4-6. Indataparametrar för beräkning av trafikolyckor för Riksväg 44 och Väg 2727.

Parameter	Värde
Bebyggelsemiljö	Landsbygd
Hastighetsgräns [km/h]	70
Vägtyp	Tvåfältsväg
Olyckskvot	0,8
Andel singelolyckor	0,3

Sammanlagt antal fordonskilometer för samtliga fordonsslag beräknas enligt:

$$S_{\text{samtliga fordonsslag, år}} = \dot{A}DT_{\text{total}} \cdot 365 \cdot l_{\text{vägsträcka}}$$

Där

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

Med ovan beräkningar erhålls frekvens för förekomst av fordon skyltat med farligt gods i trafikolyckor och återkomsttid för detta, enligt Tabell 4-7 och Tabell 4-8 för Riksväg 44 respektive Väg 2727.

Tabell 4-7. Frekvens och återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor på Riksväg 44.

Parameter	Värde
$F_{\text{olycka FG}}$ (antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år)	$3,27 \cdot 10^{-2}$
Återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor (år)	31

Tabell 4-8. Frekvens och återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor på Väg 2727.

Parameter	Värde
$F_{\text{olycka FG}}$ (antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år)	$8,02 \cdot 10^{-3}$
Återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor (år)	125

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 4.2.1 redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg. För varje enskild klass av farligt gods beräknas frekvensen för olycka enligt:

$$F_{\text{olycka, Klass } x} = F_{\text{olycka FG}} \cdot A_{\text{Klass } x}$$

Beräkningsbilaga

Där

- $F_{olycka, klass X}$ = frekvens för olycka med farligt gods i Klass X, redovisas i Tabell 4-10
- $F_{olycka FG}$ = förväntat antal olyckor med farligt gods, redovisas i Tabell 4-7
- $A_{klass X}$ = andel transporter av Klass X, redovisas i avsnitt 4.2.1

Frekvensen för olycka med olika klasser av farligt gods redovisas i Tabell 4-9 och Tabell 4-10. De ämnesklasser av farligt gods som redovisas är enbart de som beaktas i beräkningarna, det vill säga klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5. Detta motsvarar de klasser som utgör risk för människor i omkringliggande område och motiveras och beskrivs i huvudrapporten.

Tabell 4-9. Frekvens för olycka på Riksväg 44 med olika klasser av farligt gods.

Olycka med transport innehållande	Frekvens (per år)
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	$1,93 \cdot 10^{-4}$
Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	$1,61 \cdot 10^{-3}$
Klass 2.3 – Giftiga gaser	$3,27 \cdot 10^{-5}$
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	$1,58 \cdot 10^{-2}$
Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	$1,16 \cdot 10^{-3}$

Tabell 4-10. Frekvens för olycka på Väg 2727 med olika klasser av farligt gods.

Olycka med transport innehållande	Frekvens (per år)
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	$4,74 \cdot 10^{-5}$
Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	$3,96 \cdot 10^{-4}$
Klass 2.3 – Giftiga gaser	$8,02 \cdot 10^{-6}$
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	$3,87 \cdot 10^{-3}$
Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	$2,85 \cdot 10^{-4}$

4.3.2 Olycksscenarion

Olika utfall av en olycka är möjliga beroende på vilken klass av farligt gods som är involverad i olyckan. I detta avsnitt redovisas händelsesträd med möjliga olycksscenarion för de klasser av farligt gods som i en olycka kan leda till att personer omkommer. Följande klasser beaktas i enlighet med beskrivningen av olycksscenarion 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

Att en olycka innefattar ett fordon skyltat med farligt gods innebär inte nödvändigtvis att det farliga godset involveras i olyckan och sprids utanför tank eller behållare.

Räddningsverket [22] presenterar olika index för olycka med farligt gods, dvs. skattade sannolikheter för att en trafikolycka med ett fordon skyltat med farligt gods på en viss väg resulterar i en olycka där det farliga ämnet kommer ur sin tank eller behållare. Index varierar för olika bebyggelsemiljö, vägtyp och hastighetsgräns och är alltså ett sätt att skilja på sannolikheten för läckage i samband med olycka med farligt gods mellan olika vägar.

Beräkningsbilaga

Index används i beräkningarna på olika vis beroende på vilken klass som beaktas, huvudsakligen för att ta fram sannolikheten för läckage från tank. Utgångspunkten är att de index som Räddningsverket sammanfattar gäller för transporter där det farliga godset inte förvaras under tryck. För transporter där det farliga godset förvaras under tryck kan sannolikheten för utsläpp antas vara 30 gånger längre, eftersom krav på dessa tankar är större [22]. För vissa sannolikheter som inte involverar läckage men som kan förväntas vara hastighetsberoende används istället indexkvot, dvs. kvoten mellan index för aktuell vägtyp och den vägtyp som innebär störst index. Indexkvoten beräknas enligt:

$$I_{kvot} = I_{Olycka\ FG} \div I_{Olycka,FG,max}$$

Där

- I_{kvot} = indexkvot
- $I_{Olycka\ FG}$ = index för olycka med farligt gods för aktuell väg, erhålls från [22]
- $I_{Olycka,FG,max}$ = maximalt index för olycka med farligt gods (gäller för motorväg, landsbygd, 110 km/h), erhålls från [22]

Relevanta index för olycka med farligt gods och indexkvot sammanfattas i Tabell 4-11. Hur dessa värden används i beräkningarna beskrivs under respektive klass nedan.

Tabell 4-11. Index för olycka med farligt gods och indexkvot.

Parameter	Värde
Index för olycka med farligt gods, max (gäller för motorväg, landsbygd, 110 km/h)	0,42
Index för olycka med farligt gods för aktuell väg (sannolikhet läckage av farligt gods som <i>inte</i> transporteras under tryck)	0,15
Index för olycka med farligt gods för aktuell väg, dividerat med 30 (sannolikhet läckage av farligt gods som transporteras under tryck)	0,005
Indexkvot	0,36

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 massexlosion) 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 med risk för massexlosion.

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1.1 transporteras, vilket ger olika potentiella olycksscenarier. 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 i klass 1.1 är begränsat. Det antas att 98 % av samtliga transporter sker med 20 kg massexplosiva varor medan resterande 2 % sker med 16 000 kg.

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 kan sannolikheten för brand förväntas bero på aktuell hastighet, vilken kan variera i stor utsträckning mellan olika vägar. För att

Beräkningsbilaga

ta hänsyn till hastighetens påverkan på sannolikheten används indexkvot, se beskrivning under avsnitt 4.3.2. Största möjliga sannolikhet för antändning antas vara 1 % och gäller för motorväg på landsbygd med hastighetsgräns 110 km/h, vilket har högst index för farlig gods enligt Räddningsverket [22]. Detta innebär att sannolikheten för brand i fordon för aktuell vägsträcka beräknas enligt:

$$P_{fordonsbrand} = 0,01 \cdot I_{Kvot}$$

Där

- $P_{fordonsbrand}$ = sannolikhet för fordonsbrand vid olycka
- I_{Kvot} = indexkvot, se avsnitt 4.3.2

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 % [23]. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, beräknas sannolikheten för stötinitierad detonation med hjälp av en indexkvot, se beskrivning under avsnitt 4.3.2. Största möjliga sannolikhet för antändning antas vara 0,2 % och gäller för motorväg på landsbygd med hastighetsgräns 110 km/h, vilket har högst index för farlig gods enligt Räddningsverket [22]. Detta innebär att sannolikheten för stötinitierad detonation vid olycka på aktuell vägsträcka beräknas enligt:

$$P_{kraftig\ stötinitiering} = 0,002 \cdot I_{Kvot}$$

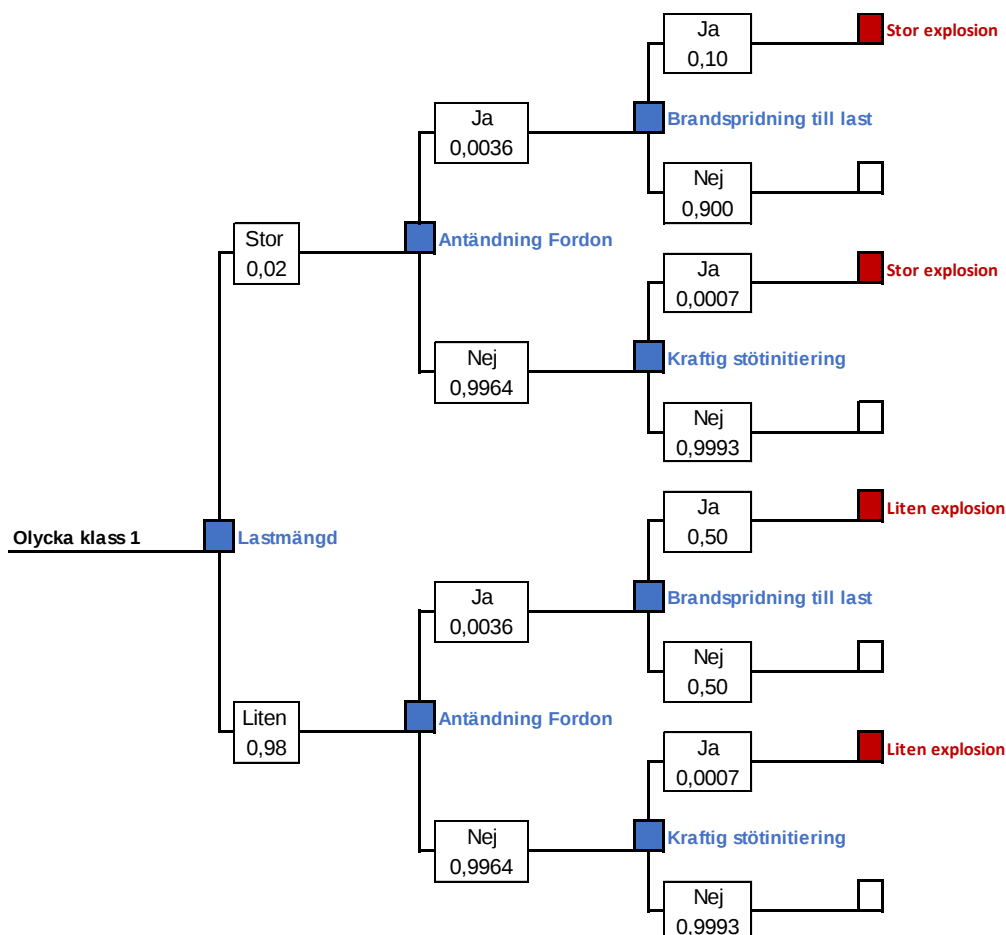
Där

- $P_{kraftig\ stötinitiering}$ = sannolikhet för kraftig stötinitiering vid olycka
- I_{Kvot} = indexkvot, se avsnitt 4.3.2

Händelseträd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 4-1, som visar händelseträdets för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelseträdets, med de värden som presenteras i Figur 4-1, tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-1. Händelseträd 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 att ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgår sannolikheten från läckage av farligt gods som transporteras under tryck. Se Tabell 4-11 för de olika indexen. Räddningsverket [22] anger ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage i sin metod. Därför antas att små och stora läckage utgör 50 % vardera.

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

Beräkningsbilaga

trycket i denna. Sannolikheten för direkt antändning beror på läckagets storlek och ansätts till 10 % för litet läckage och 20 % för stort läckage [24].

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 [24], 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 [7].

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 vindriktning, inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. För att gasmolnbranden/gasmolnsexplosionen ska ge störst skada inom planområdet krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta sker när vindriktningen är mot området.

BLEVE

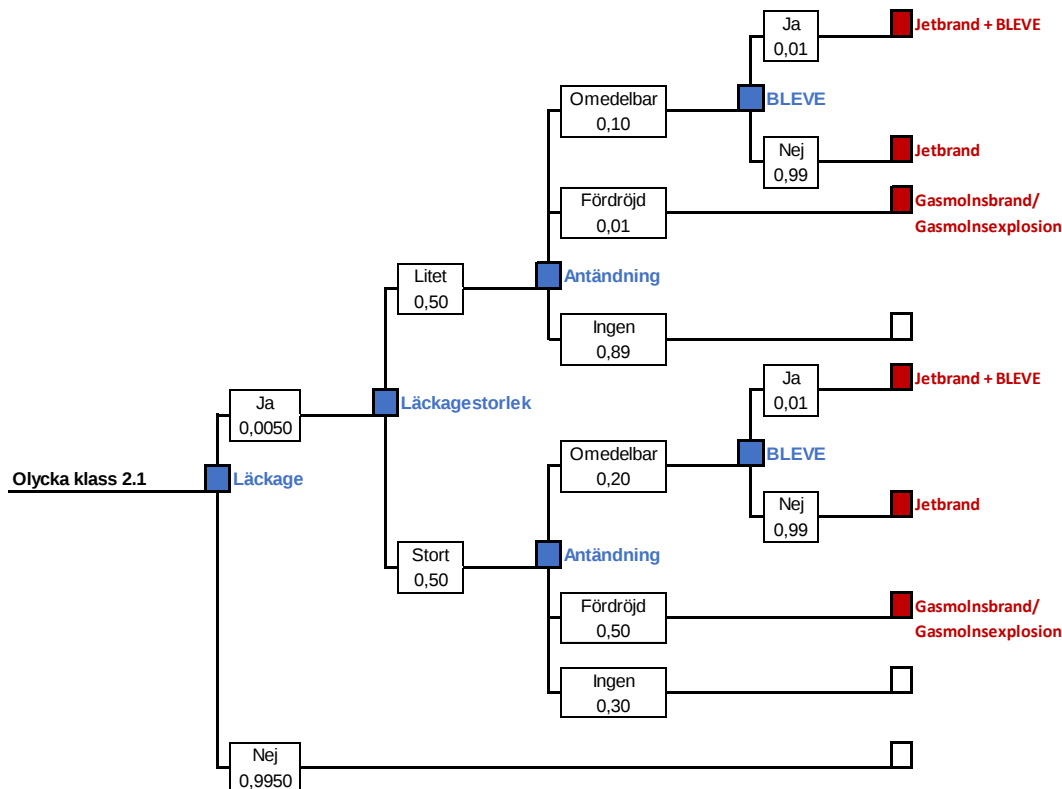
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen 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 detta kan finnas i form av ett antänt läckage i en annan närliggande 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 %.

Händelseträd

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

Beräkningsbilaga



Figur 4-2. Händelseträd 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 en 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, utgår sannolikheten från läckage av farligt gods som transporteras under tryck. Se Tabell 4-11 för de olika indexen. Räddningsverket [22] anger ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage i sin metod. Därför antas att små och stora läckage utgör 50 % 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 Riskcurves [3].

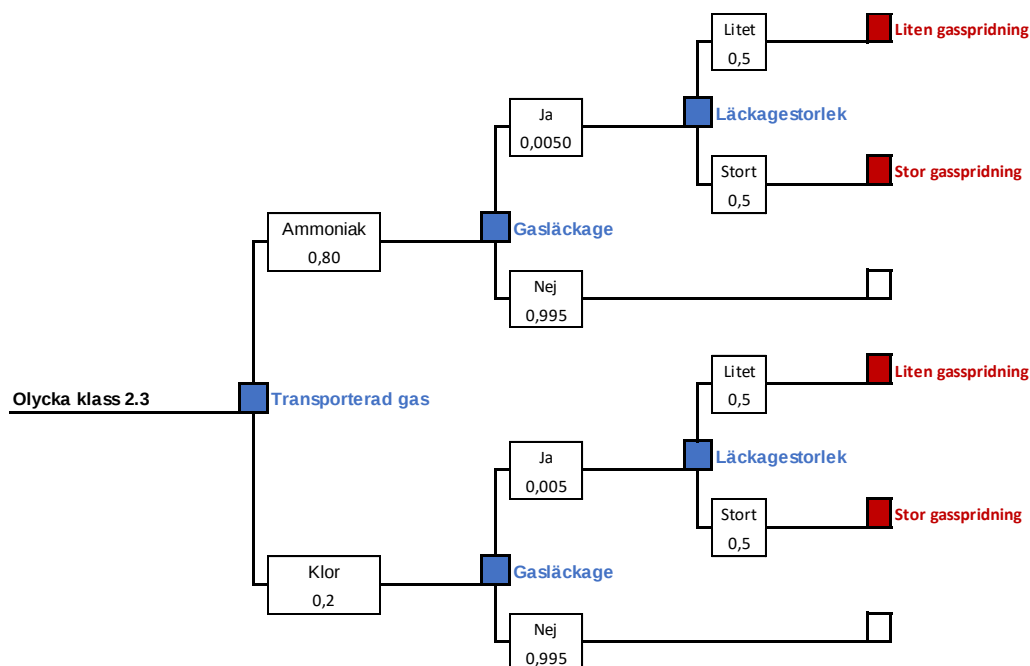
Beräkningsbilaga

Händelseträd

Ovanstående resonemang sammanfattas i

Figur 4-3, som visar händelseträd för olyckor med giftiga gaser. Händelseträd, med de värden som presenteras

Figur 4-3, tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.



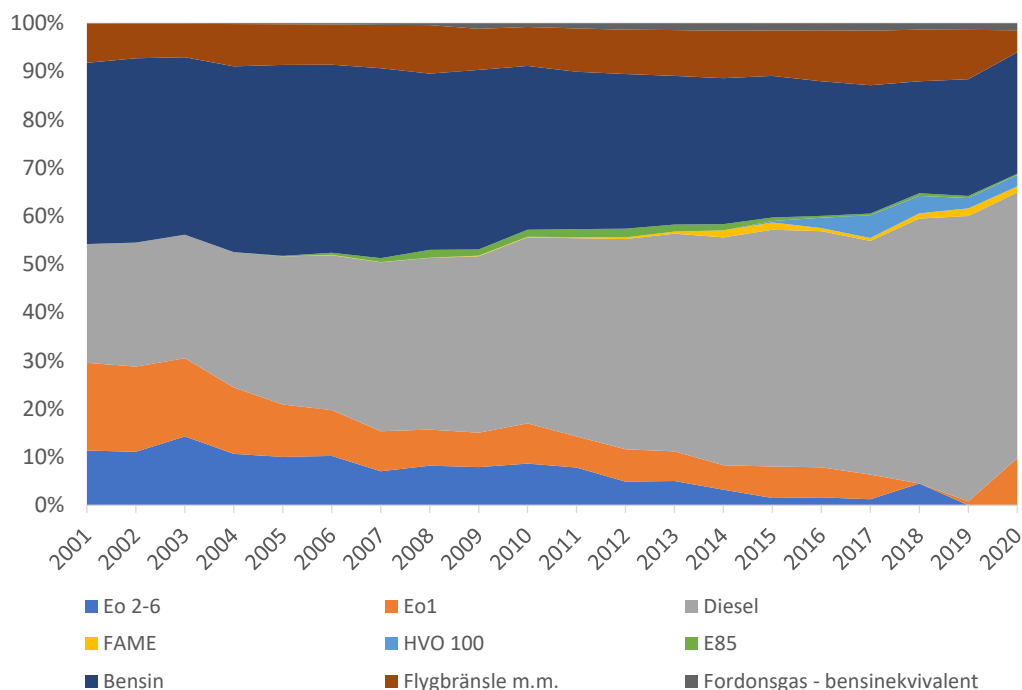
Figur 4-3. Händelseträd för olycka med läckage av giftig gas.

4.3.2.4 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Exempel på brandfarliga vätskor inkluderar petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin och olika typer av eldningsolja, förnyelsebara drivmedel samt 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 [25] presenterar statistik avseende fördelning av utleverade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken presenteras i Figur 4-4.

Beräkningsbilaga



Figur 4-4. Fördelning inom drivmedel avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes) [25].

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

Den stora spridningen av olika typer av drivmedel, enligt Figur 4-4, förenklas till att endast utgöras 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 antänds i händelse av läckage. Diesel och flygbränsle har högre flampunkter och hanteras under sina respektive flampunkter. I den här riskutredningen antas bensin representeras 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 att ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgår sannolikheten från läckage av farligt gods som *inte* transporteras under tryck. Se Tabell 4-11 för de olika indexen samt indexkvot.

Läckage med brandfarliga vätskor delas upp i små, medelstora och stora läckage i enlighet med *TNO Purple Book* [7]. Utsläppsvolymer presenteras i Tabell 4-12 tillsammans med

Beräkningsbilaga

pölstorlek och sannolikhet för varje utsläppsvolym. Informationen i Tabell 4-12 är gällande för utsläpp av såväl pentan som dodekan.

Tabell 4-12. 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 *TNO Purple Book* [7] och redovisas i Tabell 4-13.

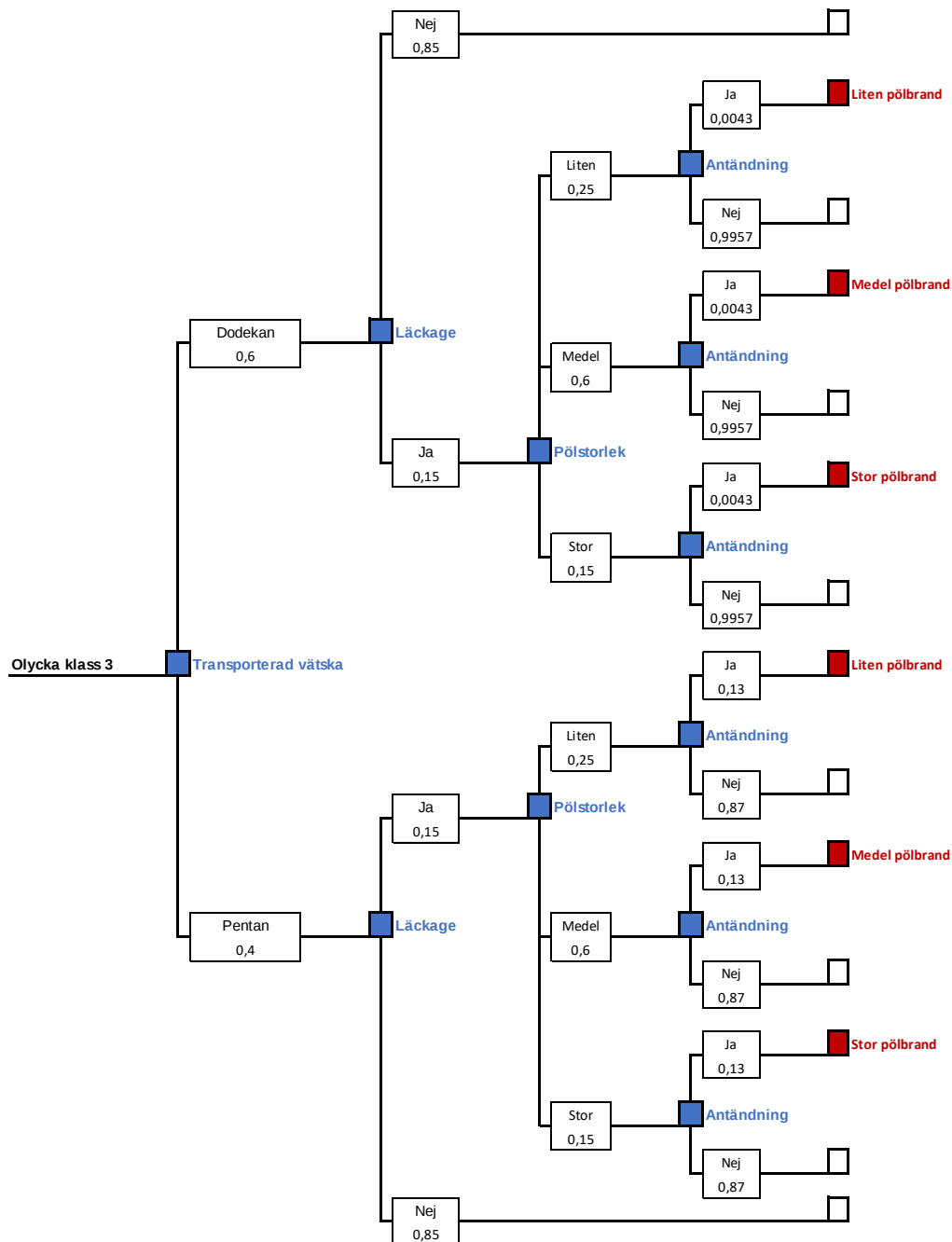
Tabell 4-13. Sannolikhet för antändning av pölbrand [7].

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

Händelseträäd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Tabell 4-5, som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelseträdet, med de värden som presenteras Tabell 4-5, tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

Beräkningsbilaga



Figur 4-5. Händelsesträd 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 vid olyckan, t.ex. fordonets bränsle. Det oxiderande ämnet väteperoxid kan sönderfalla i koncentrationer över 20 % och detonera vid koncentrationer över 90 % [26].

Beräkningsbilaga

Vissa organiska peroxider kräver kylda förhållanden. För dessa typer av organiska peroxider kan brand- och explosionsförlopp inträffa om kylningen på något sätt fallerar eller om ämnets SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature) överskrids, t.ex. på grund av en extern brand [27].

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 att ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgår sannolikheten från läckage av farligt gods som *inte* transporteras under tryck. Se Tabell 4-11 för de olika indexen.

Olycksförloppet vid läckage av oxiderande ämnen beror på om ämnet blandas med organiskt material, t.ex. fordonets bränsle. Om ämnet blandas med organiskt material kan en explosion inträffa. Om ämnet inte blandas med organiskt 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 %.

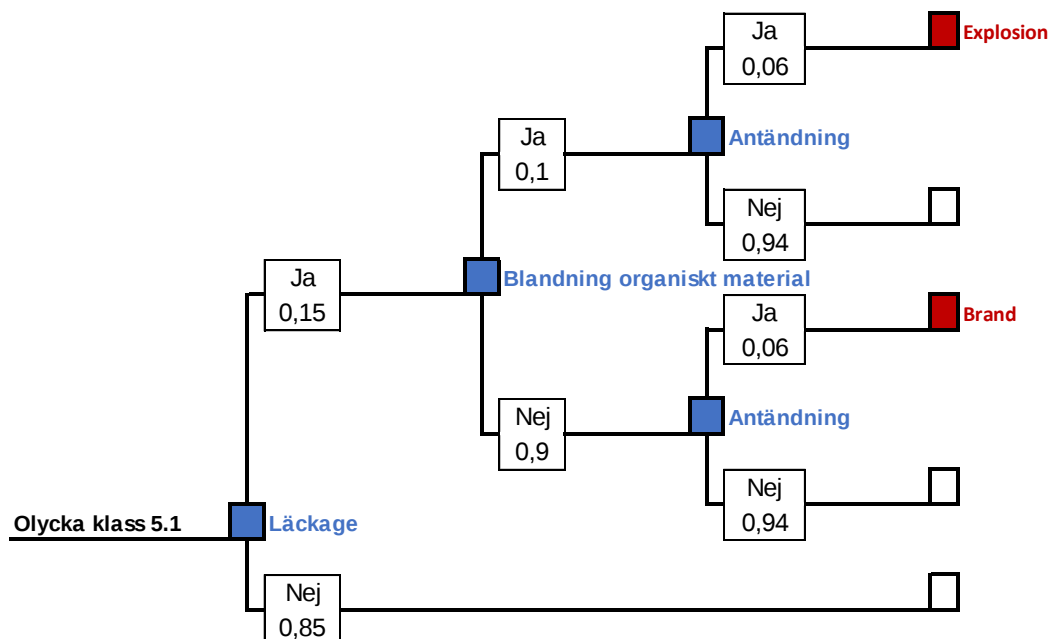
Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

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.

Händelseträd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Tabell 4-6, som visar händelseträdets för olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider. Händelseträdets, med de värden som presenteras Tabell 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 frekvenser som används som indata till beräkningar av individ- och samhällrisken.

4.3.3.1 Väg

Slutfrekvenser för olycka med farligt gods på Riksväg 44 och Väg 2727 redovisas i Tabell 4-14 respektive Tabell 4-15.

Tabell 4-14. Slutfrekvenser för olycka farligt gods på Riksväg 44.

Klass	Händelse	Frekvens per år
Klass 1	Liten explosion	$4,73 \cdot 10^{-7}$
	Stor explosion	$4,13 \cdot 10^{-9}$
Klass 2.1	BLEVE	$1,21 \cdot 10^{-8}$
	Jetbrand (litet läckage)	$4,04 \cdot 10^{-7}$
	Jetbrand (stort läckage)	$8,07 \cdot 10^{-7}$
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (litet läckage)	$4,04 \cdot 10^{-8}$
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (stort läckage)	$2,02 \cdot 10^{-6}$
Klass 2.3	Utsläpp, ammoniak (litet läckage)	$6,54 \cdot 10^{-8}$
	Utsläpp, ammoniak (stort läckage)	$6,54 \cdot 10^{-8}$
	Utsläpp, klor (litet läckage)	$1,63 \cdot 10^{-8}$
	Utsläpp, klor (stort läckage)	$1,63 \cdot 10^{-8}$

Beräkningsbilaga

Klass	Händelse	Frekvens per år
Klass 3	Pölbrand, dodekan (litet läckage)	$1,53 \cdot 10^{-6}$
	Pölbrand, dodekan (medelstort läckage)	$3,66 \cdot 10^{-6}$
	Pölbrand, dodekan (stort läckage)	$9,15 \cdot 10^{-7}$
	Pölbrand, pentan (litet läckage)	$3,07 \cdot 10^{-5}$
	Pölbrand, pentan (medelstort läckage)	$7,38 \cdot 10^{-5}$
	Pölbrand, pentan (stort läckage)	$1,84 \cdot 10^{-5}$
Klass 5	Explosion ²	$1,05 \cdot 10^{-6}$
	Brand ³	$9,41 \cdot 10^{-6}$

Tabell 4-15. Slutfrekvenser för olycka farligt gods på Väg 2727.

Klass	Händelse	Frekvens per år
Klass 1	Liten explosion	$1,16 \cdot 10^{-7}$
	Stor explosion	$1,01 \cdot 10^{-9}$
Klass 2.1	BLEVE	$2,97 \cdot 10^{-9}$
	Jetbrand (litet läckage)	$9,90 \cdot 10^{-8}$
	Jetbrand (stort läckage)	$1,98 \cdot 10^{-7}$
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (litet läckage)	$9,90 \cdot 10^{-9}$
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (stort läckage)	$4,95 \cdot 10^{-7}$
Klass 2.3	Utsläpp, ammoniak (litet läckage)	$1,60 \cdot 10^{-8}$
	Utsläpp, ammoniak (stort läckage)	$1,60 \cdot 10^{-8}$
	Utsläpp, klor (litet läckage)	$4,01 \cdot 10^{-9}$
	Utsläpp, klor (stort läckage)	$4,01 \cdot 10^{-9}$
Klass 3	Pölbrand, dodekan (litet läckage)	$3,74 \cdot 10^{-7}$
	Pölbrand, dodekan (medelstort läckage)	$8,98 \cdot 10^{-7}$
	Pölbrand, dodekan (stort läckage)	$2,24 \cdot 10^{-7}$
	Pölbrand, pentan (litet läckage)	$7,54 \cdot 10^{-6}$
	Pölbrand, pentan (medelstort läckage)	$1,81 \cdot 10^{-5}$
	Pölbrand, pentan (stort läckage)	$4,52 \cdot 10^{-6}$
Klass 5	Explosion ⁴	$2,56 \cdot 10^{-7}$
	Brand ⁵	$2,31 \cdot 10^{-6}$

² 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.

³ 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.

⁴ 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.

⁵ 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 [3]. 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 [7], Yellow Book [28] och Green book [29]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktugets 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 4-16. Parametrarna är hämtade från *TNO Green Book* [29], om inget annat anges.

Tabell 4-16. 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	$-36,38 + 2,56 \cdot \ln(q^{4/3} \cdot t)$ [3]	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 sekunder har funnit skydd
Skyddsfaktor för värmeexponering (kläder)	0,14	Skyddsfaktor som används för exponering av värmestrålning
Probitfunktion för toxisk exponering för ammoniak	$7,9367 + 1 \cdot \ln(c^2 \cdot t)$ [3]	c = koncentration t = exponeringstid
Probitfunktion för toxisk exponering för klor	$10,599 + 0,5 \cdot \ln(c^{2,75} \cdot t)$ [3]	c = koncentration t = exponeringstid
Tid för toxisk exponering	1 800 s	Det antas att personer som inte har omkommit inom 1 800 sekunder har funnit skydd
Skyddsfaktor för toxisk exponering (inomhus)	0,1 [7]	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 4-17 redovisas uppgifter för skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [30].

Tabell 4-17. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus [30].

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 även omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar till följd av övertryck. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 4-18. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa medan byggnadsstommar antas kollapsa vid 20 kPa.

Tabell 4-18. 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 med avseende på explosiva ämnen och föremål används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i Yellow book [28]. 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 till 0.2 i *TNO Yellow Book* [28]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 4-19. Mängden massexplosiva varor i en transport är antingen 20 kg eller 16 000 kg, enligt avsnitt 4.3.2.1.

Beräkningsbilaga

Tabell 4-19. TNT-ekvivalenter av metan.

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

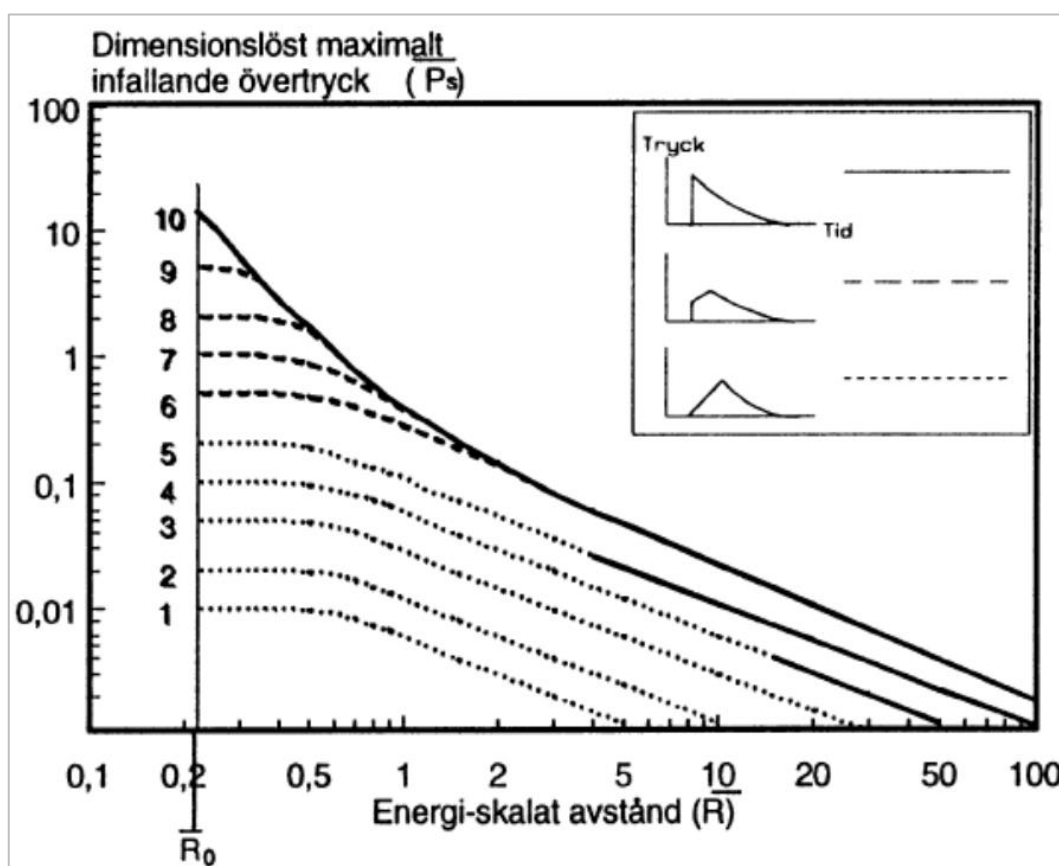
För att bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt [30]:

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

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 [30].



Figur 4-7. Maximalt dimensionslöst tryck.

Beräkningsbilaga

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

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

Där

- $\bar{P}$ = dimensionslöst tryck [-]
- P_s = explosionstryck [Pa]
- P_0 = atmosfärstryck [Pa]

Baserat på ovanstående beräkning kan explosionsövertrycket på olika avstånd från explosionens centrum bestämmas. Avstånd till explosionsövertrycken 10 kPa och 30 kPa för såväl liten som stor explosion presenteras i Tabell 4-20.

Tabell 4-20. 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 fordonssläp 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 läckagestorleken, tiden till antändning samt vindhastigheten. Storleken av ett utsläpp och konsekvensområdet 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 [3] 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 meter
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)

Beräkningsbilaga

- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9 °C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75 % (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 2

Avstånd för relevanta konsekvenser i samband med olyckor med brandfarlig gas presenteras i Tabell 4-21, Tabell 4-22 och Tabell 4-23. Tabell 4-21 och Tabell 4-22 presenterar konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln i samband med ett litet respektive ett stort läckage av brandfarlig gas. Konsekvenserna för jetbrand och antänt gasmoln är beroende av väderförhållanden och presenteras därför för olika väderförhållanden.

Tabell 4-23 presenterar konsekvenserna för BLEVE. Som tidigare nämnt är konsekvenserna för BLEVE oberoende av hålstorleken. Dessutom är konsekvenserna för BLEVE i praktiken oberoende av väderförhållanden och presenteras därför inte för olika väderförhållanden.

Tabell 4-21. 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 4-22. 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 4-23. Konsekvensavstånd för olycksscenario BLEVE.

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

Beräkningsbilaga

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 fordonssläp antas vara 40 m³. För transporter på väg bedöms det vara ett konservativt antagande.

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 [3]. 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 [7].

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 [3] 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 meter
- 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 1 600 ppm [31]. AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm [31]. Tabell 4-24 presenterar avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Tabell 4-24. 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

Beräkningsbilaga

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 som ger högre värmestrålning i jämförelse med t.ex. en avlång pöl (som kanske skulle efterlikna verkligheten på ett rimligare sätt). I Tabell 4-25 redovisas avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5 för de studerade olycksscenarierna. Variationerna mellan D5 och andra väderscenarier är inte betydande och därför presenteras enbart avstånd för väderscenario D5.

Tabell 4-25. Avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5.

Olycksscenario	Avstånd [m] till angiven värmestrålningsnivå vid väderscenario 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] G. V. & Värme, "Företagsinformation," Götene Vatten & Värme, [Online]. Available: <https://gotenevatten.se/om-oss/foretagsinfo/>. [Accessed 2024].
- [2] Sweco, "Riskanalys enligt Sevesolagstiftningen, ny LBG-anläggning i Götene," Gasum, Götene kommun, 2021.
- [3] TNO Riskcurves, RISKCURVES 12.0.1.
- [4] Länsstyrelsen Skåne, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," 2007.
- [5] G. kommun, "Liljestensskolans verksamhet," [Online]. Available: <https://www.gotene.se/index.html>. [Accessed 2024].
- [6] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>.
- [7] 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/>.
- [8] FOI, "Osäkerheter i observationer och beräkningar," Totalförsvarets forskningsinstitut., FOI-R--3764--SE, 2013.
- [9] Trafikverket, "NVDB på webb," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [10] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal (Ärendenummer TRV 2017/111007)," 2023-04-01.
- [11] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2013 (Statistik 2014:12)," 2014.
- [12] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2014 (Statistik 2015:21)," 2015.
- [13] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2015 (Statistik 2016:27)," 2016.
- [14] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016 (Statistik 2017:14)," 2017.
- [15] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017 (Statistik 2018:13)," 2018.
- [16] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2018 (Statistik 2019:13)," 2019.
- [17] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2019 (Statistik 2020:14)," 2020.
- [18] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020 (Statistik 2021:14)," 2021.
- [19] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2021 (Statistik 2022:16)," 2022.

Beräkningsbilaga

- [20] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2022 (Statistik 2023:15)," 2023.
- [21] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006," 2006.
- [22] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," 1996.
- [23] HMSO, "Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances," Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety, London, 1991.
- [24] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [25] Drivkraft Sverige, "Volymer," [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/volymer/>. [Accessed 30 07 2021].
- [26] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [27] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [28] TNO Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005a.
- [29] TNO Green Book, "Methods for determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials "Green Book", " 1992.
- [30] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," 1998.
- [31] EPA, "Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) Values," 29 08 2016. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>.