

## **Sköndal 2:1**

# **BILAGA A**

## **FREKVENSBERÄKNINGAR**

## A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet Sköndal 2:1.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med de angränsande transportlederna för farligt gods, Tyresövägen och avfarten från Nynäsvägen:

- Scenario 1. Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
  - 1.1. Utsläpp med direkt antändning (jetflamma)
  - 1.2. Utsläpp med fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)
  - 1.3. Långvarig brandpåverkan på oskyddad gastank (BLEVE)
- Scenario 2. Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

## A.2 INDATA

### A.2.1 Allmänt – Vägnät

Planområdet angränsar mot Tyresövägen längs ca 150 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen av en raksträcka med flera fält och mitträcke, men utan avåkningsskydd. Tillåten maxhastighet på vägen är 70 km/h.

Strax under 100 meter från planområdet finns även en avfartsramp från Nynäsvägen.

### A.2.2 Trafik

Enligt statistik från Trafikverket så är årsmedeldygnstrafiken på Tyresövägen ca 38 000 fordon per dygn summerat i båda körriktningar /1/. Andelen tung trafik utgör ca 10 % av det totala trafikflödet.

Ur statistiken om trafikflöden finns inga uppgifter om flöden på avfarten från Nynäsvägen. Ett konservativt antagande som används i analysen är att trafikmängden är lika stor som hälften av trafikmängden på Tyresövägen, ungefär 19 000 fordon per dygn med 10% tung trafik.

#### A.2.2.1 Transport av farligt gods

Både Tyresövägen och Nynäsvägen utgör rekommenderade primära transportleder för farligt gods. Information om mängder av respektive farligt godsklass har erhållits från kontakt med

---

/1/ Årsmedeldygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Vägverkets hemsida – [www.vagverket.se](http://www.vagverket.se), 2012-02-01

brukare av farligt gods utmed transportlederna /2/, tidigare kartläggningar /3/ samt remissutlåtanden /4/ från Storstockholms brandförsvär.

I tabell A1 redovisas uppskattat antal transporter av respektive farligt godsklass som förekommer på respektive vägsträcka. I tabellen redovisas även totala godsmängden, vilket beräknas utifrån en bedömd medelmängd per lastbil.

Tabell A.1. Uppskattat antal transporter och mängder med farligt gods per år på Tyresövägen förbi det aktuella området.

Klass	Kategori	Antal transporter per år		Godsmängd (ton)	
		Min	Max	Min	Max
1	Explosiva ämnen	0	0	0	0
2	Gaser	140	400	3500	10000
3	Brandfarliga vätskor	730	1095	25550	38325
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	0	0	0	0
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	0	0	0	0
6	Giftiga ämnen	0	0	0	0
7	Radioaktiva ämnen	0	0	0	0
8	Frätande ämnen	0	0	0	0
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	0	0	0	0
<b>Totalt</b>		<b>870</b>	<b>1495</b>	<b>29050</b>	<b>48325</b>

/2/ Telefonintervju med ansvarig på Iberika bageri, 2012-02-06. Telefonintervju med ansvarig på Gyllene vete AB, 2012-02-06. Telefonintervju med säkerhetsansvarig Stockholm Gas, 2012-02-06

/3/ PM RISK Avstånd till transportled för farligt gods samt kraftledning. Upprättat av WSP, uppdragsnummer 10146896, 2011-02-18

/4/ Storstockholms brandförsvär, remissutlåtande. Samråd för detaljplan för Sköndal 2:1 i stadsdelen Sköndal, Dp 2010-11650-54, 2011-05-16 och remissutlåtande. Samråd angående förslag till detaljplan för fastigheten Solvärmen 1, i stadsdelen Skarpnäck, Stockholms län. 2009-08-28

Tabell A.2. Uppskattat antal transporter och mängder med farligt gods per år på avfarten från Nynäsvägen förbi det aktuella området.

Klass	Kategori	Antal transporter per år		Godsmängd (ton)	
		Min	Max	Min	Max
1	Explosiva ämnen	0	0	0	0
2	Gaser	365	730	9125	18250
3	Brandfarliga vätskor	0	0	0	0
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	0	0	0	0
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	0	0	0	0
6	Giftiga ämnen			0	0
7	Radioaktiva ämnen	0	0	0	0
8	Frätande ämnen	0	0	0	0
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	0	0	0	0
<b>Totalt</b>		<b>365</b>	<b>730</b>	<b>9125</b>	<b>18250</b>

### A.3 BERÄKNINGAR TRAFIKOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägen utmed den sträcka där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Räddningsverkets rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /5/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt A.2 avseende faktorerna:

- Antal fordonkm – aktuell sträcka x antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

/5/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

### A.3.1 Trafikolycka

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på Tyresövägen används schablonolyckskvot för flerfältsväg i stadsmiljö med hastighetsbegränsningen 70 km/h vilket ger en olyckskvot på 0,6 trafikolyckor per  $10^6$  fordonskilometer /2/.

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på avfarten från Nynäsvägen används schablonolyckskvot för trafikled i stadsmiljö med hastighetsbegränsningen 50 km/h vilket ger en olyckskvot på 1,5 trafikolyckor per  $10^6$  fordonskilometer /2/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \text{ dygn} \times \text{Årsmedeldygnstrafik} \times \text{Aktuell vägsträcka}$$

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

Tyresövägen:

$$O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6} = 1,2$$

Avfart från Nynäsvägen:

$$O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6} = 1,0$$

### A.3.2 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Trafikverket informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /6/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /7/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga de olyckor som kan leda till fordonsbrand.

/6/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/7/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

### A.3.3 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation:

*Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor* =  $O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$   
där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 0,3 % för Tyresövägen och 0,1 % för avfarten från Nynäsvägen /8/)

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för respektive underlag. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass (se tabell A.1). Enligt tidigare kommer dock de fortsatta beräkningarna att avgränsas till olyckor förknippade med transporter av ämnen ur klass 2 och 3 för Tyresövägen och klass 2 för avfarten från Nynäsvägen.

*Tabell A.3. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods på Tyresövägen beroende på om max- eller min-värden används. Procentsats i raden totalt utgör andelen transporter skyltade med farligt gods (X) i förhållande till det totala trafikflödet. Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godstransporter.*

Scenario	Tyresövägen			
	Min 870		Max 1495	
Totalt	0,006%	1,3E-04	0,011%	2,3E-04
Klass 2	16,1%	2,1E-05	26,8%	6,1E-05
klass 3	83,9%	1,1E-04	73,2%	1,7E-04

*Tabell A.4. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods på avfarten från Nynäsvägen beroende på om max- eller min-värden används. Procentsats i raden totalt utgör andelen transporter skyltade med farligt gods (X) i förhållande till det totala trafikflödet. Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godstransporter.*

Scenario	Min 365		Max 730	
Totalt	0,005%	1,0E-04	0,011%	2,1E-04
Klass 2	100,0%	1,0E-04	100,0%	2,1E-04

/8/

Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

**A.3.3.1 Klass 2. Gaser**

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 och klass 2.3 har inte identifierats vid riskinventeringen. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 13 % för Tyresövägen /9/. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks med en faktor 1/30 /9/. Sannolikheten för läckage av gas blir då 0,4 % för Tyresövägen och 0,1 % för avfarten från Nynäsvägen.

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende av typen av antändning:

- *Jetflamma*: direkt antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för antändning (direkt och fördröjd). Fördelningen mellan olika utsläppsstorlekar samt efterföljande sannolikheten för antändning anges i tabell A.4 /10/.

Tabell A.5. Sannolikhet för olika utsläppsstorlekar och sannolikhet för antändning vid transport i tankbil.

Utsläppsstorlek	Sannolikhet	Antändning		
		Direkt	Fördröjd	Ingen
Litet (0,09 kg/s)	62,5 %	10 %	50 %	40 %
Medelstort (0,9 kg/s)	20,8 %	15 %	65 %	20 %
Stort (17,8 kg/s)	16,7 %	20 %	80 %	0 %

/9/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

/10/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

Vid gasmolnsexplosion kan vindriktning och vindstyrkan påverka konsekvensområdets storlek. I konsekvensberäkningarna som redovisas i bilaga B kommer dock dessa att studeras konservativt, d.v.s. värsta tänkbara vindstyrka, varför denna faktor ej beaktas i frekvensberäkningarna.

Figur A.1 och A.2 i avsnitt A.3.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser på respektive väg. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.6 och A.7.

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) på Tyresövägen beroende på indata.

Scenario	Frekvenser	
	Min	Max
Trafikolycka med gas (klass 2)	2,1E-05	6,1E-05
<i>Klass 2.1</i> 100%	2,1E-05	6,1E-05
Liten jetflamma	5,8E-09	1,7E-08
Liten gasmolnsexplosion	2,9E-08	8,3E-08
Medelstor jetflamma	2,9E-09	8,2E-09
Medelstor gasmolnsexplosion	1,3E-08	3,6E-08
Stor jetflamma	3,1E-09	8,8E-09
Stor gasmolnsexplosion	1,2E-08	3,5E-08
BLEVE		
jetflamma riktad mot oskadad tank	3,0E-11	8,6E-11
fordonsbrand under oskadad tank	4,3E-10	1,2E-09
BLEVE totalt	4,6E-10	1,3E-09

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) på avfarten från Nynäsvägen beroende på indata.

Scenario	Min		Max	
Trafikolycka med gas (klass 2)	1,0E-04		2,1E-04	
<i>Klass 2.1</i> 100%	1,0E-04		2,1E-04	
Liten jetflamma	4,3E-09		8,7E-09	

Liten gasmolnsexplosion	2,2E-08	4,3E-08
Medelstor jetflamma	2,2E-09	4,3E-09
Medelstor gasmolnsexplosion	9,4E-09	1,9E-08
Stor jetflamma	2,3E-09	4,6E-09
Stor gasmolnsexplosion	9,3E-09	1,9E-08
BLEVE		
jetflamma riktad mot oskadad tank	2,2E-11	4,5E-11
fordonsbrand under oskadad tank	2,1E-09	4,2E-09
BLEVE totalt	2,1E-09	4,2E-09

### A.3.3.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Utifrån vätskornas flampunkt så kan denna farligt godsklass delas in i olika underklasser. Flampunkten utgör den lägsta temperatur där vätskan avger så mycket brännbara ångor/gaser så att det kan antända. Underklasserna är alltså förknippade med hur lättantändliga vätskorna är. Klass 1-vätskor har t.ex. en flampunkt som understiger 21°C, vilket innebär att dessa avger så mycket ångor redan vid normala omgivningstemperaturer att de går att antända direkt med relativt begränsad energitillförsel (t.ex. cigarett, gnista). Till denna underklass hör bl.a. bensin, etanol etc. Övriga klasser (klass 2a, 2b och 3) är uppdelade i olika flampunktsintervall mellan 21-100°C och omfattar vätskor som däremot kräver viss uppvärmning innan de går att antända eftersom de inte avger tillräckligt mycket brännbara ångor vid normala omgivningstemperaturer. Detta innebär att dessa vätskor är betydligt mer svårantändliga. Till dessa underklasser hör bl.a. diesel, fotogen och eldningsolja.

En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. Bensin utgör ca 85 % av petroleumprodukterna som säljs på bensinstationer.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 13 % för Tyresövägen och 2 % för avfarten från Nynäsvägen /11/. Det uppskattas att en stor andel av transporterarna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /11/.

Sannolikheten för att bensin och liknande vätskor (klass 1-vätskor) antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /11, 12/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt A.3.2 uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR /13/ anges det krav på fordon som ska användas

/11/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

/12/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

/13/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

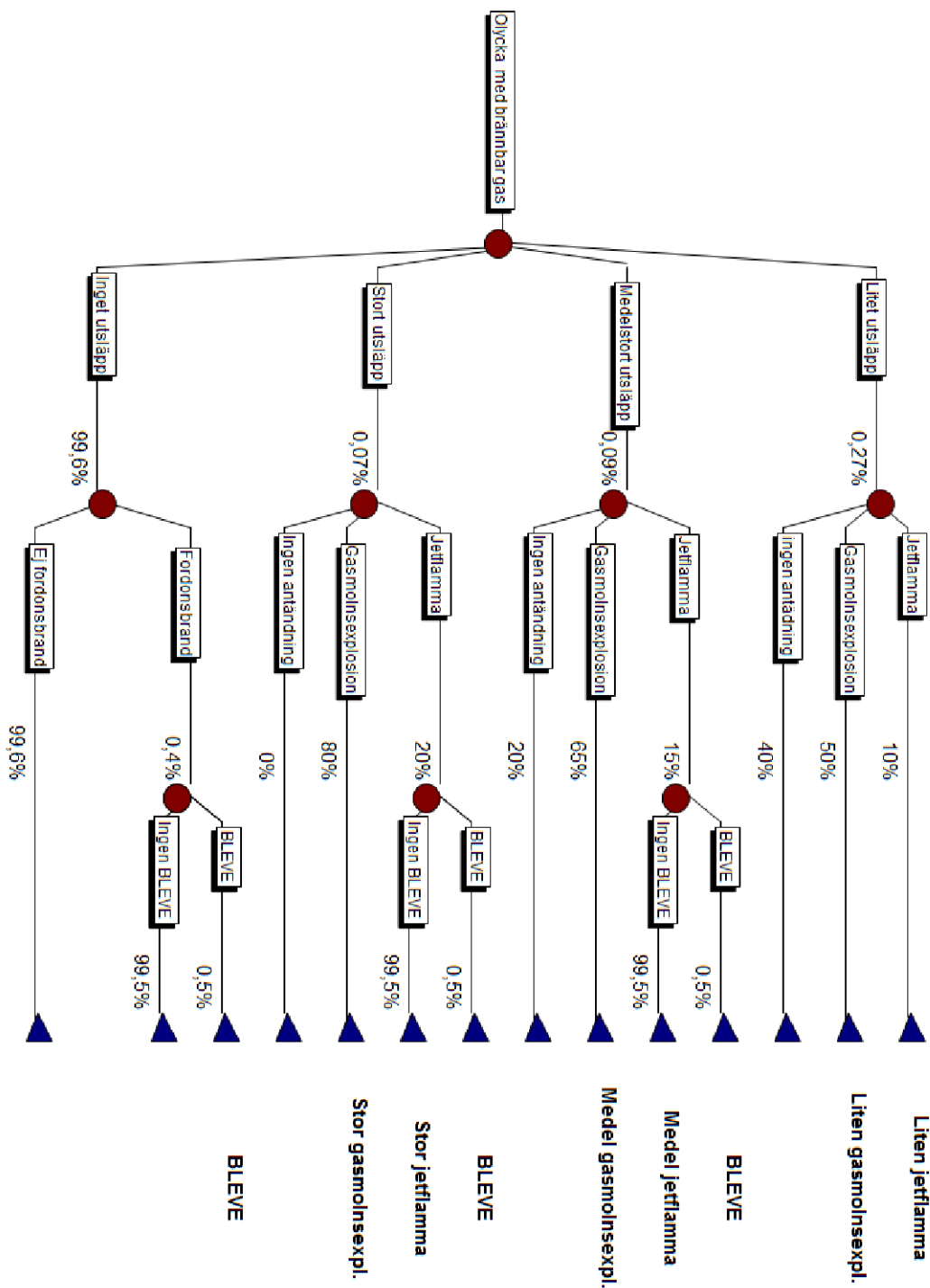
för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.3 och A.4 i avsnitt A.3.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.6.

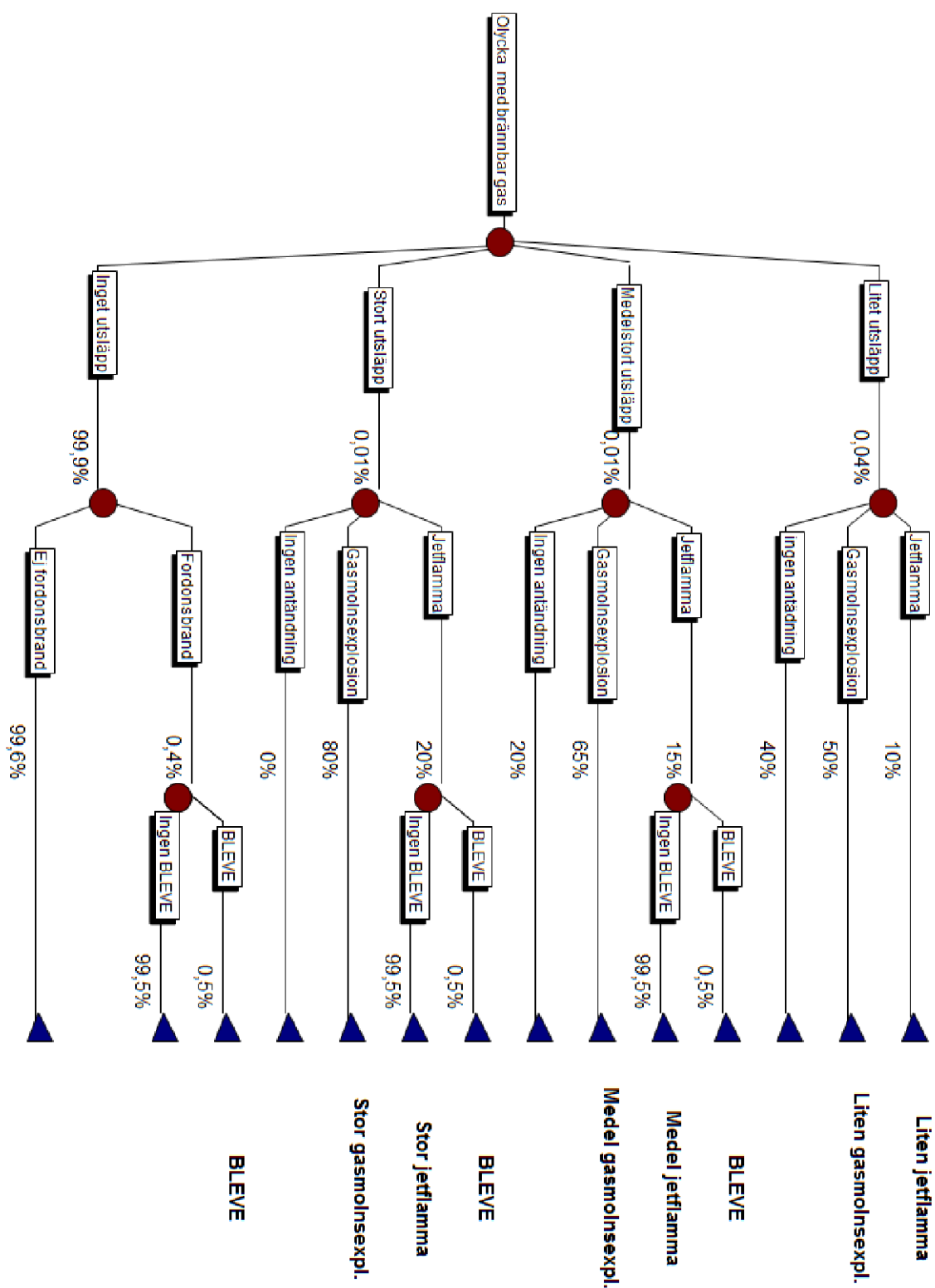
Tabell A.8. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3) beroende på indata.

Scenario	Min	Max
<b>Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)</b>	<b>1,1E-04</b>	<b>1,7E-04</b>
<i>Klass 1-vätska</i> 85%	9,5E-05	1,4E-04
Liten pölbrand	9,3E-08	1,4E-07
Medelstor pölbrand	9,3E-08	1,4E-07
Stor pölbrand	1,9E-07	2,8E-07
Tankbilsbrand	1,7E-08	2,5E-08
<i>Klass 2- och 3-vätska</i> 15%	1,7E-05	2,5E-05
Tankbilsbrand	3,4E-09	5,0E-09

A.3.4 Händelseträd skadescenarier



Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) på Tyresövägen.



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) på avfarten från Nynäsvägen

