

Risikanalys avseende hantering och transport av farligt gods

Underlag till förslag till detaljplan för Hornsbergs bussdepå m.m.

Kristineberg, Stockholm

BILAGA A

FREKVENSBERÄKNINGAR

A.1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) förknippade med transporter av farligt gods som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade planområdet, del av Kristinebergs Slott.

Frekvensberäkningarna beaktar följande olycksrisker:

- Olycka med transport av explosiva ämnen på Essingeleden (klass 1)
- Läckage och antändning av brännbara gaser (klass 2.1)
 - På Essingeleden
 - På avfarten från Essingeleden mot Lindhagensgatan
- Läckage av giftig gas på Essingeleden (klass 2.3)
- Läckage och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - På Essingeleden
 - På avfarten från Essingeleden mot Lindhagensgatan
 - På Lindhagensgatan öster om Essingeleden
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider på Essingeleden (klass 5)

A.2 INDATA

A.2.1 Allmänt – angränsande vägar (Essingeleden m.m.)

Planområdet angränsar mot **Essingeleden (E4/E20)** längs ca 200 meter. På den aktuella sträckan utgörs Essingeleden av motorväg med tre körfält i vardera riktning. Tillåten hastighet på vägen är 70 km/h.

I anslutning till planområdet ligger Kristinebergsmotet med anslutningar mellan Essingeleden och Lindhagensgatan m.m. Det pågår ett parallellt projekt som omfattar en ombyggnation av Kristinebergsmotet, som innebär en mindre trafikplats huvudsakligen under Essingeledens bro.

Lindhagensgatan utgörs av gata med två körfält i vardera riktningen norr om den nya anslutningen från Essingeleden. Hastighetsbegränsningen är 50 km/h.

A.2.2 Trafik

Enligt statistik från Vägverket så bedömdes årsmedeldygnstrafiken på **Essingeleden** på den aktuella vägsträckan år 2006 till ca 92 800 fordon per dygn summerat i båda körriktningar /1/. Enligt tidigare mätningar bedöms andelen tung trafik utgöra ca 10 % av det totala trafikflödet.

Generellt sett ökar trafikmängden i Sverige med ca 1 % per år. Hur den framtida situationen ser ut på Essingeleden är dock svårt att bedöma eftersom transportstrukturen kan komma att förändras i och med nya trafiklösningar. Det finns bl.a. planer på en förbifartsled väster om Stockholm som skulle kunna avlasta Essingeleden betydligt. Enligt den miljökonsekvensbeskrivning som har upprättats för Trafikplats Lindhagensgatan (Kristinebergsmotet) förväntas dock trafikmängden på Essingeleden öka med ca 45 % fram till år 2015 /2/. Detta skulle innebära ett sammanlagd trafikflöde på ca 130-135 000 fordon per dygn.

Vägverkets statistik omfattar inte mindre vägar som t.ex. **Lindhagensgatan**. Enligt MKB:n för Trafikplats Lindhagensgatan /2/ bedöms exploateringen av stadsutvecklingsområdet Nordvästra Kungsholmen medföra ett trafikflöde på ca 22 000 fordon per dygn på Lindhagensgatan. Utifrån de trafikmängder som redovisas för förmiddagstrafiken uppskattas flödet på avfartsrampen från Essingeledens södergående körfält mot Lindhagensgatan (d.v.s. närmast planområdet) till ca 10 000 fordon/dygn /2/.

De fortsatta beräkningarna kommer att utföras utifrån trafiksiffrorna för år 2006, men en eventuell trafikökning beaktas i analysens osäkerhetshantering.

A.2.2.1 Transport av farligt gods

Essingeleden utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods. Information om mängder av respektive farligt godsklass har erhållits från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (tidigare Räddningsverket) och omfattar tidsintervallet oktober-december 1996 /3/ respektive september månad 2006 /4/.

I projektet med intunnling av Norra Stationsområdet cirka två kilometer norr om planområdet del av Kristinebergs Slott har fördelningen av antalet vägtransporter med farligt gods studerats mer i detalj /5/.

/1/ Årsmedeldygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Vägverkets hemsida – www.vagverket.se, 2009-11-30

/2/ Miljökonsekvensbeskrivning Trafikplats Lindhagensgatan (Objektnummer 51010), Vägverket Region Stockholm & Stockholms Stad, Maj 2007

/3/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under fjärde kvartalet 1998, Statens räddningsverk, 1998, (www.srv.se)

/4/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under september 2006, Statens räddningsverk, 2007 (www.srv.se)

/5/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

I huvudrapportens avsnitt 4.2.1 redovisas ovanstående kartläggningar i sin helhet. I tabell A1 redovisas det maximala antalet transporter ur respektive farligt godsklass enligt ovanstående kartläggningar /3/, /4/ och /5/. Frekvensberäkningarna kommer att utföras med utgångspunkt från antalet transporter enligt tabell A.1.

Tabell A.1. Uppskattat antal transporter med farligt gods per år på Essingeleden utifrån kartläggningar från 1998 och 2006.

Klass	Kategori	Uppskattat antal transporter	Andel
1	Explosiva ämnen	1000	1.9%
2	Gaser	7212	13.7%
3	Brandfarliga vätskor	32108	61.2%
4	Brandfarliga fasta ämnen etc.	701	1.3%
5	Oxiderande ämnen / organiska peroxider	400	0.8%
6	Giftiga ämnen	1212	2.3%
7	Radioaktiva ämnen	118	0.2%
8	Frätande ämnen	4218	8.0%
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	5520	10.5%
Totalt		52489	

Det finns inga kartläggningar över hur mycket farligt gods som transporteras på Lindhagensgatan. I huvudrapportens avsnitt 4.3 och 4.4 redovisas identifierade avnämare för farligt godstransporter, vars transporter bedöms komma från Essingeleden och ta av vid den nya trafikplatsen. Enligt inventeringen rör det sig huvudsakligen om transporter av brandfarliga vätskor till Statoils bensinstation vid Lindhagensplan (passerar enbart på avfartsrampen från Essingeleden och kör sedan av västerut), läkemedelsföretagen Octapharma och Biovitrum i Hornsberg samt SL:s bussdepå. I tabell A.2 redovisas det uppskattade antalet transporter på avfartsrampen från Essingeleden respektive Lindhagensgatan.

Tabell A.2. Uppskattat antal transporter med farligt gods per år på avfartsramp från Essingeleden mot trafikplats Lindhagensgatan respektive på Lindhagensgatan öster om Essingeleden.

Klass	Verksamhet	Uppskattat antal transporter	
		Avfartsramp från södergående körfält	Lindhagensgatan öster om Essingeleden
2	Gasolflaskor till Statoil.	ca 52	-
3	Etanol, bensin och diesel till Statoil	ca 120-160 *	-
	Etanol till SL Bussdepå Hornsberg	ca 105-210	ca 105-210
	Etanol till Octapharma	ca 15-40	ca 15-40
Totalt		ca 292-462	ca 120-250

* Antalet transporter har uppskattats utifrån uppgifter om försäljningsmängder för en genomsnittlig bensinstation.

A.3 BERÄKNINGAR TRAFIKOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på de aktuella vägavsnitten. 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" /6/.

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

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

A.3.1 Trafikolycka

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:

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

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på de aktuella vägsträckorna används schablon-olyckskvoter utifrån aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. Olyckskvoten är olika för de tre vägavsnitten.

A.3.1.1 Essingeleden

Enligt ovan har Essingeleden på den aktuella vägsträckan motorvägsstandard och en hastighetsbegränsning på 70 km/h, vilket ger en olyckskvot på 0,6 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer /6/. Olycksfrekvensen beräknas för en sammanlagd sträcka av 500 meter.

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

$$O_{\text{Es sin geleden}} = 0,6 \times (365 \times 92800 \times 0,5) \times 10^{-6} = 10,2 \text{ fordonsolyckor per år.}$$

A.3.1.2 Avfartsramp från Essingeleden

I förhållande till en raksträcka är olyckskvoten högre på bl.a. på- och avfartsramper samt precis i anslutning till huvudkörfälten. Olyckskvoten är som högst inom ca 100 meter från på- och avfarter, där olyckskvoten kan vara 1,4 trafikolyckor per 10^6 fkm /7/. Olycksfrekvensen

/6/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

/7/ Riskanalys – Ringen och yttre tvärleden – Appendix 2: Trafikulykkesmodell, Södra Länken Konsulterna, Stockholm 1994-04-08, Rev. 1995-05-08

beräknas för en sträcka av 100 meter, då det uppskattas vara ungefär denna sträcka som avfartsrampen innebär ett mindre avstånd till ny bebyggelse m.m.

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

$$O_{\text{Avfartsramp}} = 1,4 \times (365 \times 10000 \times 0,1) \times 10^{-6} = 0,5 \text{ fordonsolyckor per år.}$$

A.3.1.3 Lindhagensgatan öster om Essingeleden

Enligt ovan har Lindhagensgatan på den aktuella vägsträckan gatu-standard och hastighetsbegränsningen är 50 km/h, vilket ger en olyckskvot på 1,2 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer /8/. Olycksfrekvensen beräknas för en sammanlagd sträcka av 200 meter.

Utifrån ovanstående indata beräknas antalet förväntade fordonsolyckor till:

$$O_{\text{Lindhagensgatan}} = 1,2 \times (365 \times 22000 \times 0,2) \times 10^{-6} = 1,9 \text{ fordonsolyckor per år.}$$

A.3.2 Trafikolycka med farligt gods

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

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

där

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

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (beror på vägstandard och hastighet /8/)

I tabell A.3-A.5 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för respektive vägavsnitt. Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som rymms 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 1, 2, 3 och 5.

I beräkningarna för Lindhagensgatan tas hänsyn till att antalet transporter på vägen minskar kraftigt öster om infarten mot bussdepåns tankningsplats dit majoriteten av transporterarna ska.

/8/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Tabell A.3. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods **Essingeleden**. 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	Trafikolycka med farligt gods [per år]	
Totalt	0.15%	2.7E-02
klass 1	1.9%	5.1E-04
Klass 2	13.7%	3.7E-03
klass 3	61.2%	1.6E-02
klass 4	1.3%	3.6E-04
klass 5	0.8%	2.0E-04
klass 6	2.3%	6.2E-04
klass 7	0.2%	6.0E-05
klass 8	8.0%	2.1E-03
klass 9	10.5%	2.8E-03

Tabell A.4. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods **Avfartsramp från Essingeleden**.

Scenario	Trafikolycka med farligt gods [per år]	
Totalt	0.01%	1.2E-04
Klass 2	11.3%	1.3E-05
klass 3	88.7%	1.1E-04

Tabell A.5. Sammanställning frekvensberäkningar trafikolycka med farligt gods **Lindhagensgatan väster om Essingeleden**.

Scenario	Trafikolycka med farligt gods [per år]			
	Essingeleden - Infart bussdepå		Väster om infart bussdepå	
Totalt	0.003%	5.5E-05	0.0010%	1.0E-05
klass 3	100.0%	5.5E-05	100.0%	1.0E-05

A.3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål (klass 1) delas upp i sex olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Ämnen inom riskgrupp 1.1 utgörs av ämnen och föremål med risk för massexplosion, vilket innebär en explosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Enligt uppgifter som har tagits fram inom projektet med intunnling av Norra Stationsområdet utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Antalet transporter med övriga klasser (1.2-1.6) är begränsade /9/.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon /10/. Hur stor andel av transporterna som faktiskt rymmer så mycket är dock oklart.

2007 genomförde Brandskyddslaget en utredning som syftade till att bedöma hur stora mängder explosivämnen som kan antas förekomma per transport. Enligt uppgift från de tillverkare och transportörer som Brandskyddslaget kom i kontakt med så rymmer en relativt stor andel av transporterna större mängder (>2 ton) och det bedömdes heller inte vara helt orimligt att förutsätta att transporterna innehåller maximalt tillåten last /11, 12, 13, 14/. Detta gäller främst för långfärdstransporter, där strävan efter att få ner transportkostnaderna per kilo samt en ökad andel transporter från utlandet innebär att fler transportörer lastar fullt.

I projektet Norra Stationsområdet har en kartläggning av explosivämnestransporter genomförts /9/. Kartläggningen beaktar uppgifter från bl.a. Räddningsverket (numera MSB), Polisen samt transportörer i Stockholms län. I /9/ redovisas uppgifter från Räddningsverket som anger att enbart 0,5 % av transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen utgör s.k. transitttransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet.

Utifrån de uppgifter som erhållits i Brandskyddslagets utredning samt kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet antas följande fördelning mellan olika transportmängder på Essingeleden:

- < 500 kg/transport: ca 80 %
- 500 kg -1 ton/transport: ca 10 %
- 1-5 ton/transport: ca 5 %
- > 5 ton/transport: < 5 %

-
- /9/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)
 - /10/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006
 - /11/ Uppgifter från Anders Sjöruud, Dyno Nobel Sweden AB 2007-08-08
 - /12/ Uppgifter från Bo Andersson, DF Express, Fargo AB, 2007-08-09
 - /13/ Uppgifter från Patrik Gustavsson, Norab AB, 2007-08-09
 - /14/ Uppgifter från John Lind, Nora-Lindefrakt AB, 2007-08-06

En detonation kan uppstå antingen till följd av att starka påkänningarna på lasten till följd av själva trafikolyckan eller till följd av en brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker. Detta syftar till att reducera sannolikheten för trafikolycka som kan leda till stora påkänningar eller brandspridning till lasten vid t.ex. en motorbrand. Det finns även regler för förpackning etc., vilket innebär att sannolikheten för att en trafikolycka ska leda till omfattande skador på det transporterade godset p.g.a. påkänningar bedöms vara mycket låg.

Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexlosion) till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas till 1 %.

Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas utifrån statistik över fordonsbränder vid polisrapporterade vägtrafikolyckor /15/ samt totalt antal inrapporterade trafikolyckor med personskada för motsvarande tidsperiod /16/. Utifrån detta uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 %. Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon (se ovan) innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexlosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 10 %.

Figur A.1 i avsnitt A.3.3 visas ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexlosion ska antas inträffa. Frekvensen för massexlosion beräknas enligt ekvationen som följer. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.

$$f_{\text{explosion, N ton}} = f_{\text{klass 1}} \times (P_{\text{fordonsbrand}} \times P_{\text{spridning till last}} + P_{\text{stora påkänningar}}) \times P_{\text{N ton}} \quad \text{där}$$

$f_{\text{explosion, N ton}}$	Frekvens för massexlosion med N ton explosivämne [per år].
$f_{\text{klass 1}}$	Frekvens för trafikolycka med lastbil vagn rymmandes klass 1, enligt tabell A.3 [per år].
$P_{\text{stora påkänningar}}$	Sannolikhet för att trafikolyckan innebär så stora påkänningar på lasten att de orsakar detonation, 1 %.
$F_{\text{fordonsbrand klass 1.1}}$	Sannolikheten för fordonsbrand, ca 0,4 %.
$P_{\text{spridning till last}}$	Sannolikhet för att fordonsbrand sprider sig till lasten och orsakar detonation, 10 %.
$P_{\text{N ton}}$	Andel som rymmer aktuell mängd explosivämnen klass 1.1 (se fördelning ovan).

/15/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/16/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

Tabell A.6. Beräknade frekvens för olika scenarier vid transport av ämne ur riskgrupp 1.1 beroende på indata.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	5.1E-04
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
< 500 kg	4.2E-06
500 kg - 1 ton	5.3E-07
1 – 5 ton	2.6E-07
> 5 ton	2.6E-07

A.3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper (andel av transporter på Essingeleden respektive avfartsramp mot Lindhagensgatan):

- Klass 2.1. brännbara gaser (12 % / 100 %)
- Klass 2.2. icke giftiga och icke brännbara gaser (88 % / 0 %)
- Klass 2.3. giftiga icke brännbara gaser (0,2 % / 0 %)

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Essingeleden

För Essingeleden antas det därför grovt att samtliga gastransporter består av tankbilar. Enligt avsnitt A.2.2.1 transporteras dock gasolflaskor på avfartsrampen mot Lindhagensgatan. I förhållande till det totala antalet gastransporter på Essingeleden bedöms det dock röra sig om en försvinnande liten andel.

Motorvägsstandard och hastighetsbegränsning på 70 km/h innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 13 % (Index för farligt godsolyckor) /17/. De tankar som gaser transporteras i är dock i regel under tryck och tankarna har större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /17/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $13 \% \cdot 1/30 = 0,4 \%$.

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende av typen av antändning vid transport med tankbil:

- *Jetflamma*: direkt antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck

/17/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- **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.7 /18/.

Tabell A.7. 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 %

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 samt utsläpp av **giftig gas** 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.

För **giftiga gaser** används den fördelning mellan olika utsläppsstorlekar som redovisas i tabell A.7.

Figur A.2 i avsnitt A.3.3 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara respektive giftiga gaser på Essingeleden. Frekvensen för respektive skadescenario har beräknats och redovisas i tabell A.8.

/18/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) på Essingeleden.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas (klass 2)	3.7E-03
Klass 2.1 12.0%	4.4E-04
Liten jetflamma	1.2E-07
Liten gasmolnexplosion	6.0E-07
Medelstor jetflamma	5.9E-08
Medelstor gasmolnexplosion	2.6E-07
Stor jetflamma	6.3E-08
Stor gasmolnexplosion	2.5E-07
BLEVE	
jetflamma riktad mot oskadad tank	6.2E-10
fordonsbrand under oskadad tank	8.8E-09
BLEVE totalt	9.4E-09
Klass 2.2 87.9%	3.2E-03
Klass 2.3 0.2%	6.1E-06
Litet utsläpp giftig gas	1.7E-08
Medelstort utsläpp giftig gas	5.5E-09
Stort utsläpp giftig gas	4.4E-09

Avfartsramp från Essingeleden

På avfartsrampen förekommer enbart transporter av brännbar gas i flaskpaket. För gasflaskor bedöms sannolikheten för läckage vara 13 %. För olycka med gasflaskor studeras dock enbart litet respektive stort läckage. Litet läckage utgör läckage från enstaka flaskor och stort läckage motsvarar flera flaskor. Sannolikheten uppskattas grovt vara jämt fördelad. Sannolikheten för antändning uppskattas vara lägre än för kontinuerliga utsläpp från tankbil. Sannolikheterna antas grovt utgöra en tiondel av var som redovisas i tabell A.7. I tabell A.9 redovisas fördelningen mellan olika utsläppsstorlekar samt efterföljande sannolikheten för antändning vid olycka med gasflaskor.

Tabell A.9. Sannolikhet för olika utsläppsstorlekar och sannolikhet för antändning vid transport av gasflaskor.

Utsläppsstorlek	Sannolikhet	Antändning		
		Direkt	Fördröjd	Ingen
Litet (0,09 kg/s)	50 %	1 %	5 %	94 %
Stort (17,8 kg/s)	50 %	2 %	8 %	90 %

Även vid olycka med gasflaskor kan jetflamma och gasmolnexplosion inträffa, beroende av typen av antändning. Vid transport i gasflaskor kan BLEVE dock inte uppstå men däremot kan gasflaskorna explodera om de utsätts för yttre brand, t.ex. fordonsbrand. Enligt ovan är sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand 0,4 %. Vid transport av gasflaskor antas det mycket grovt att sannolikheten för att branden blir så utbredd att den sedan sprids till

lasten och hettar upp en eller flera gasflaskor så mycket att de exploderar är ca 5 %. Uppskattningsvis exploderar ett stort antal av flaskorna i lasten, men sannolikheten för att flera flaskor exploderar samtidigt bedöms vara mycket låg.

Figur A.3 i avsnitt A.3.3 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser på avfartsrampen från Essingeleden. I tabell A.10 nedan redovisas resultaten av frekvensberäkningarna för olycka med transport av brännbara gaser på avfartsrampen från Essingeleden mot Lindhagensgatan.

Tabell A.10. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av gaser (klass 2) på avfartsramp från Essingeleden.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med gas (klass 2.1)	1.3E-05
Liten jetflamma	8.8E-09
Liten gasmolnsexplosion	4.4E-08
Stor jetflamma	1.8E-08
Stor gasmolnsexplosion	7.0E-08
Exploderande gasflaskor	2.3E-09

A.3.2.3 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.

I de fortsatta beräkningarna så antas det att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank är beroende av vägstandard och hastighetsbegränsning. För Essingeleden antas sannolikheten för läckage vara 13 % /19/. Detsamma antas gälla för avfartsrampen mot Lindhagensgatan. Den lägre hastigheten på Lindhagensgatan innebär att sannolikheten för läckage vid olycka på Lindhagensgatan är 3 % /19/.

/19/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Det uppskattas att en stor andel av transporterna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /20/.

Sannolikheten för att bensin och liknande vätskor (klass 1-vätskor) antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /20, 21/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR /22/ anges det krav på fordon som ska användas 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.4 i avsnitt A.3.3 redovisar händelsesträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska på Essingeleden och avfartsrampen respektive på Lindhagensgatan. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.11.

Tabell A.11. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3) på Essingeleden.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1.6E-02
Liten pölbrand	1.6E-05
Medelstor pölbrand	1.6E-05
Stor pölbrand	3.2E-05
Tankbilsbrand	2.8E-06

Tabell A.12. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3) på avfartsramp från Essingeleden.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1.1E-04
Liten pölbrand	1.0E-07
Medelstor pölbrand	1.0E-07
Stor pölbrand	2.1E-07
Tankbilsbrand	1.8E-08

/20/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

/21/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

/22/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

Tabell A.13. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska (klass 3) på Lindhagensgatan väster om Essingeleden.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Essingeleden - Infart bussdepå	Väster om infart bussdepå
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	5.5E-05	1.0E-05
Liten pölbrand	1.2E-08	2.3E-09
Medelstor pölbrand	1.2E-08	2.3E-09
Stor pölbrand	2.5E-08	4.6E-09
Tankbilsbrand	1.1E-08	2.0E-09

A.3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider brukar vanligtvis inte leda till personskador, förutom om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.). Blandningen kan då leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Alternativt kan en fordonsbrand antända blandningen. Det är dock inte samtliga oxiderande ämnen som kan självantända och enbart en begränsad andel kan leda till explosionsartade brandförlopp vid blandning med brännbart material.

De ämnen inom klass 5 som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ammoniumnitrater, ej stabiliserade väteperoxider, vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. T.ex. vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Enligt ADR är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg /23/. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Utifrån detta så bedöms andelen av transporter av ämnen ur klass 5 på den aktuella vägsträckan som rymmer ämnen som kan självantända explosionsartat vid utsläpp vara mycket begränsad. Det antas grovt att 10 % av antalet transporter med ämnen ur klass 5.1 utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Motsvarande för klass 5.2 antas grovt vara 100 %.

Det är huvudsakligen transporter av ämnen ur klass 5.1 som förekommer på Essingeleden. Enligt den statistik som redovisas i huvudrapporten för år 2006 rör det sig om över 95 %.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 13 % /24/. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %).

/23/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, SRVFS 2006:7, Räddningsverket, 2006

/24/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

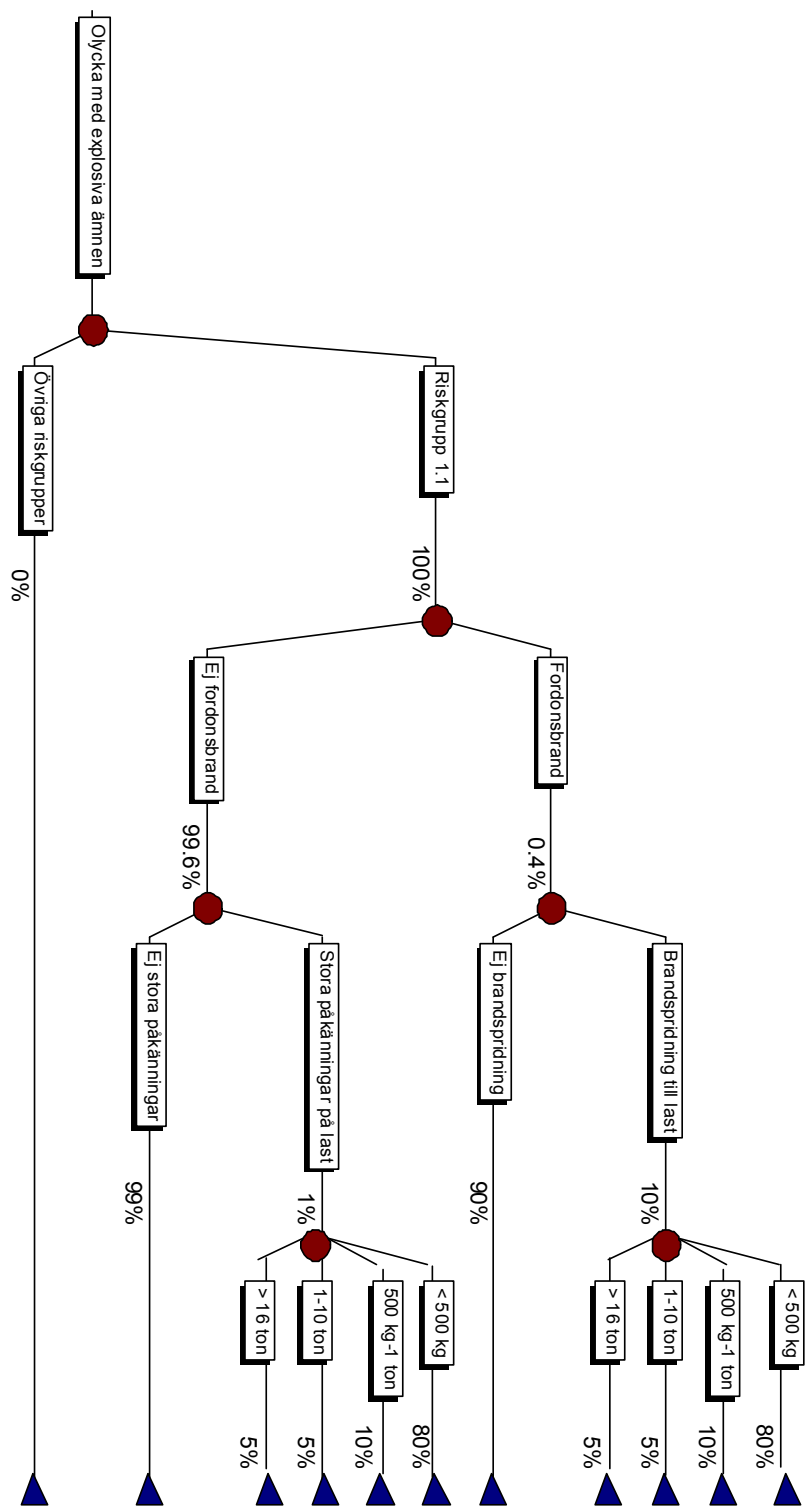
Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider. Sannolikheten för en fordonsbrand är enligt tidigare ca 0,4 %.

Figur A.5 i avsnitt A.3.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.9.

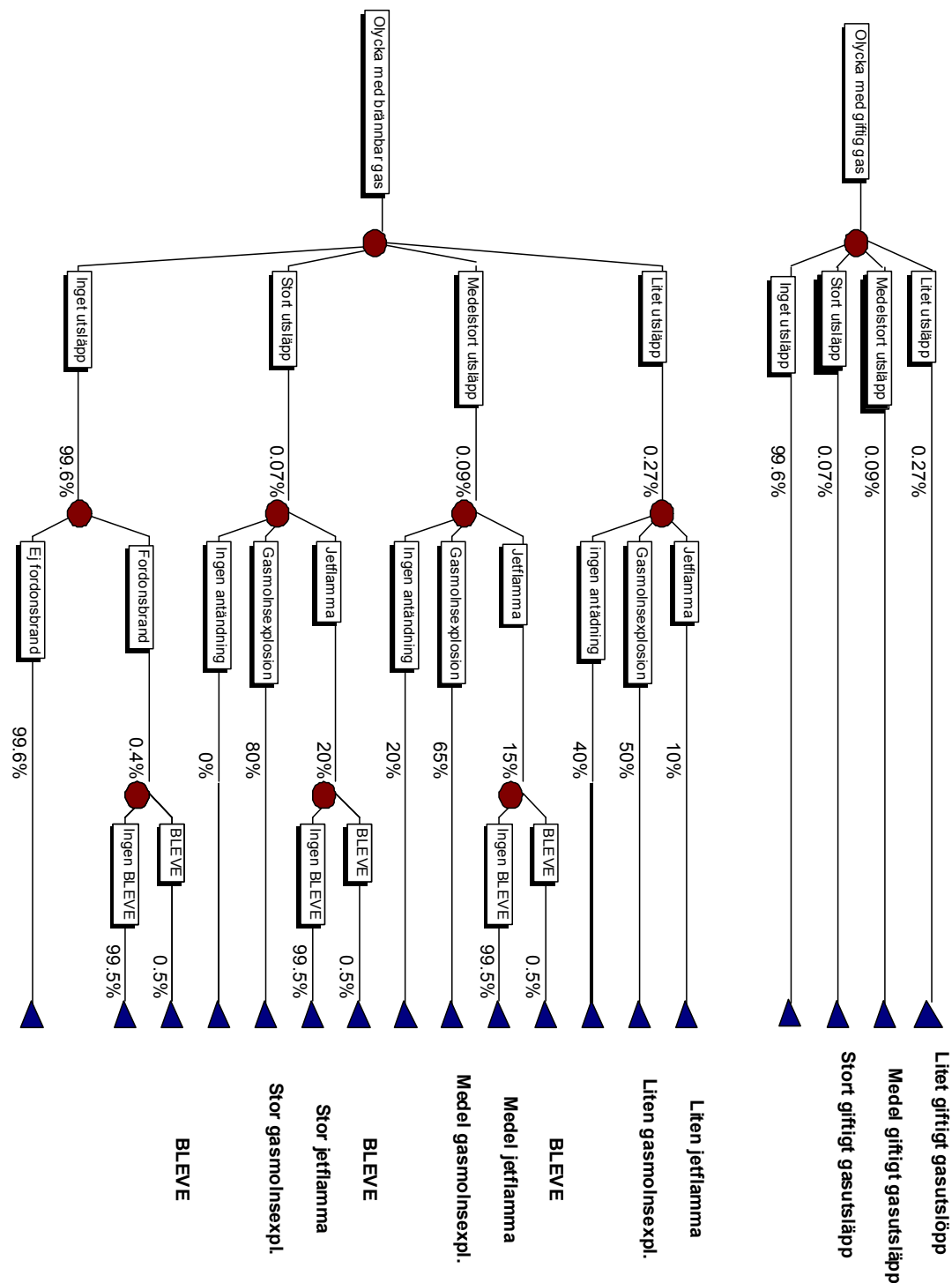
Tabell A.14. Beräknade frekvenser för olika skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) på *Essingeleden*.

Scenario	Frekvens [per år]
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	2.0E-04
Explosionsartat brandförlopp	
<i>Klass 5.1</i>	<i>1.8E-08</i>
- P.g.a. självantändning	1.3E-08
- P.g.a. fordonsbrand	5.0E-09
<i>Klass 5.2</i>	<i>9.3E-09</i>
- P.g.a. självantändning	6.6E-09
- P.g.a. fordonsbrand	2.7E-09
Totalt	2.7E-08

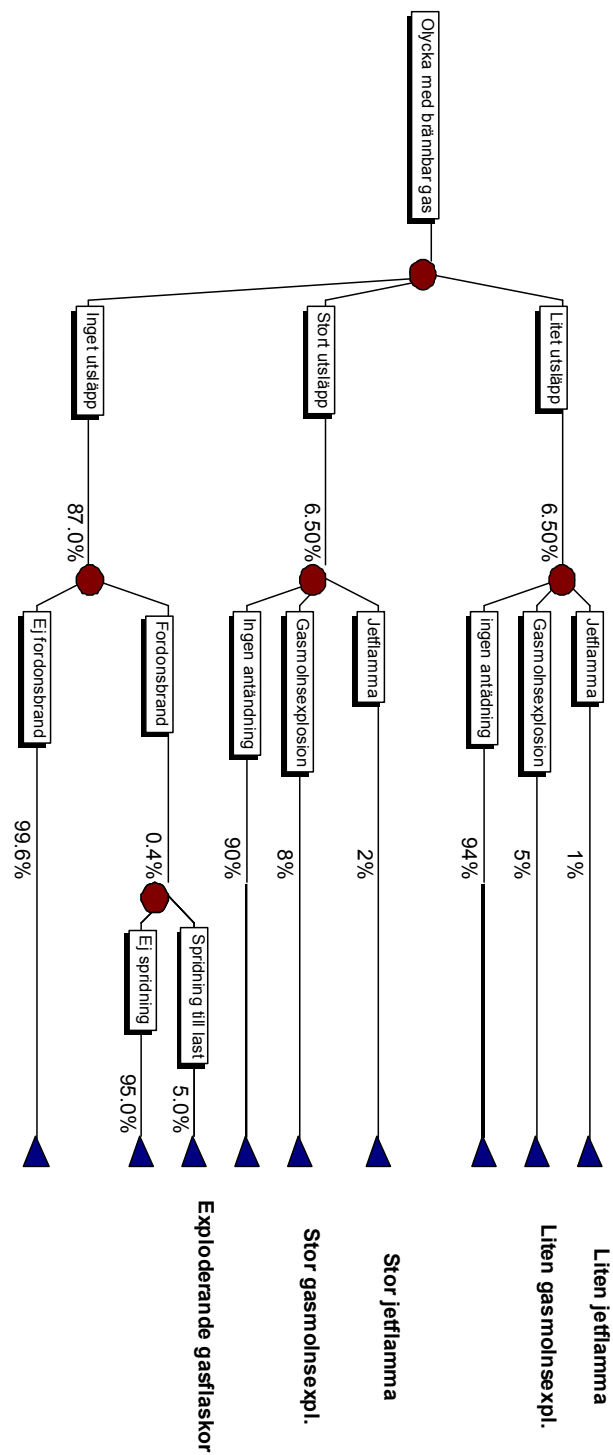
A.3.3 Händelseträd skadescenarier



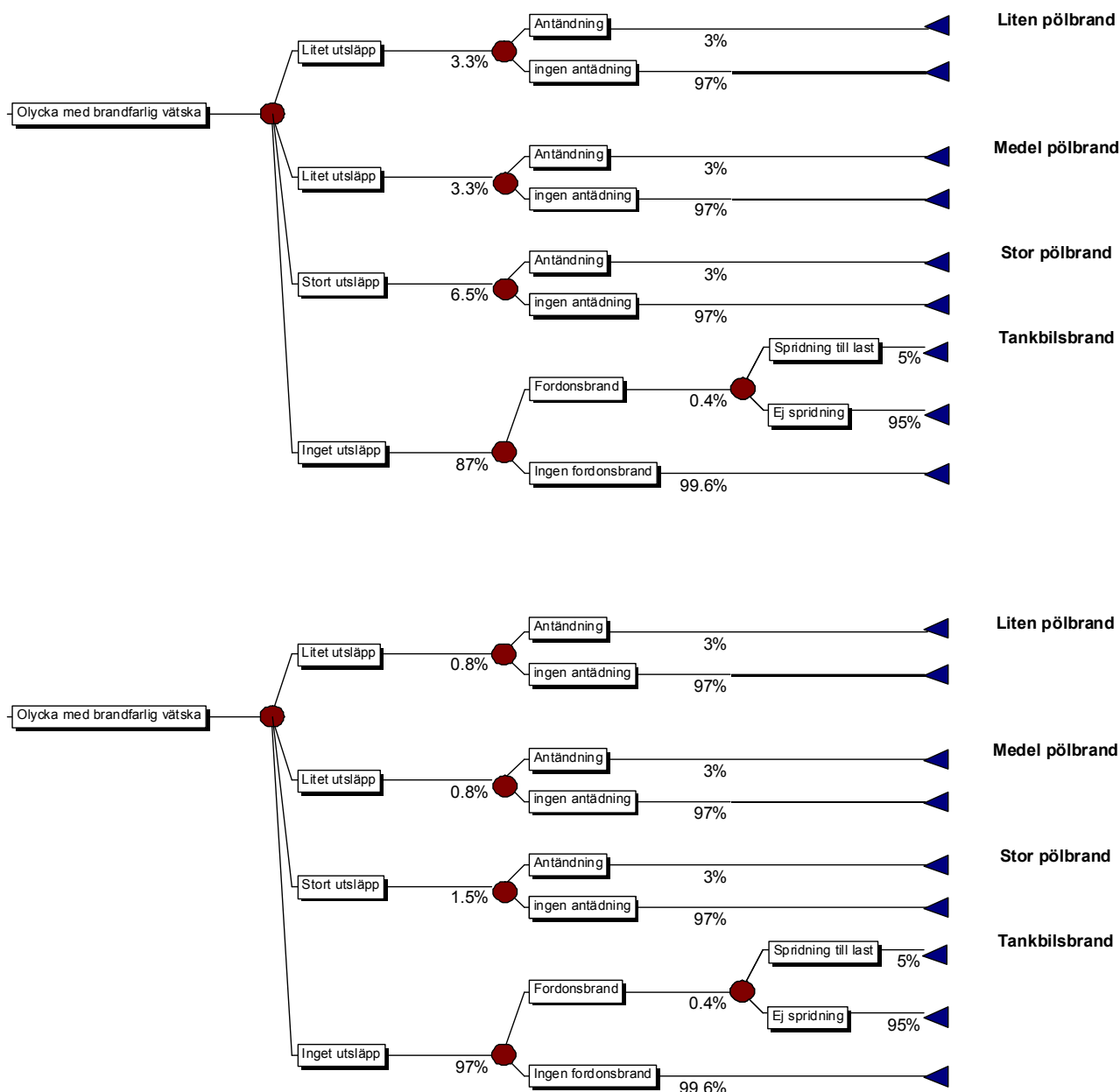
Figur A.1. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1) på Essingeleden.



Figur A.2. Till vänster: Händelsetråd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) på Essingeleden. Till höger: Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3) på Essingeleden.

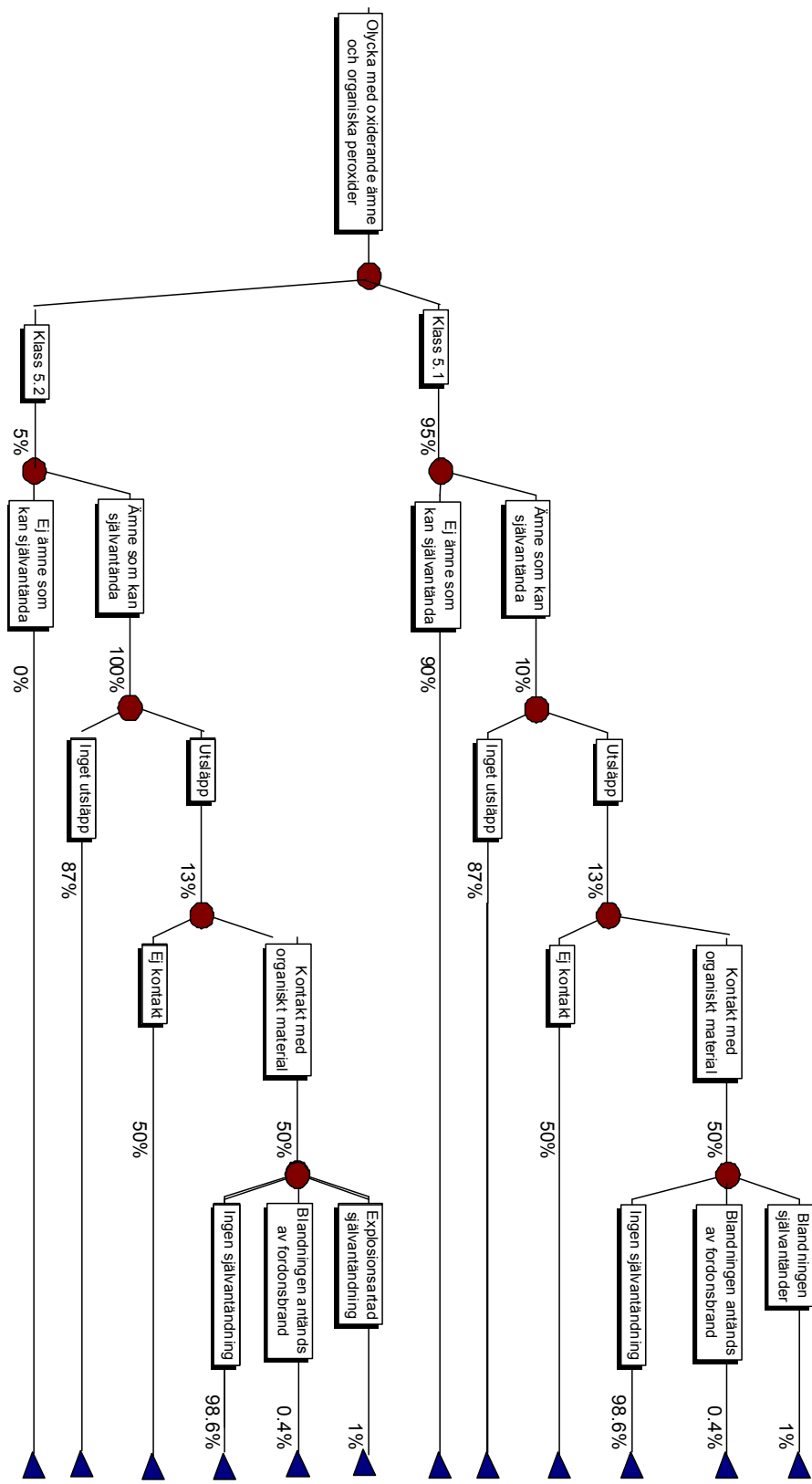


Figur A.3. Händelseträäd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1) på avfartsramp från Essingeleden.



Figur A.4. Över: Händelsesträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3) på **Essingeleden** resp. **avfartsramp från Essingeleden**.

Under: Händelsesträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3) på **Lindhagensgatan**.



Figur A.5. Händelseträd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).