

BRANDSKYDDSLAGET

Dokumenttyp	BILAGA A – FREKVENSBERÄKNINGAR
	Väsby Entré Upplands Väsby kommun
Datum	2013-10-17
Status	SLUTRAPPORT
Handläggare	Rosie Kvål & Erik Hall Midholm Tel: 08-588 188 00 E-post: rosie.kval@brandskyddslaget.se
Internkontroll	Lisa Åkesson
Uppdragsledare	Rosie Kvål
Uppdragsgivare	Upplands Väsby kommun
Uppdragsnummer	106639

Stockholm • Karlstad • Falun • Gävle • Malmö • Örebro

Brandskyddslaget AB
Box 9196
Långholmsgatan 27, 10 tr
102 73 Stockholm

Telefon/Fax
08-588 188 00
08-588 188 62

Internet
www.brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se

Organisationsnummer
556634-0278
Innehar F-skattebevis

1 INLEDNING

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande järnvägen:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplсивt ämne (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)
- Ursparning
- Tågbrand

2 INDATA

2.1 ALLMÄNT - JÄRNVÄGEN

Programområdet angränsar mot Ostkustbanan längs cirka 1 kilometer, varav bebyggelse planeras utmed ca 500 meter av sträckan. Programområdets utsträckning söderut beror framförallt på en ny sträckning av Ladbrovägen utmed järnvägen fram till Mälarvägen.

Programområdet ligger i höjd med Upplands Väsby's pendeltågstation. På den aktuella sträckan består järnvägen av 6 spår, varav 4 huvudspår med genomfartstrafik. De yttre spåren används för regional, fjärr och snabbtåg (max 200 km/h) och de två inre spåren trafikeras av godståg och pendeltåg (max 160 km/h).

På den aktuella sträckan finns ett flertal växlar, framförallt mellan de inre spåren. Mellan pendeltågstationens plattformar finns ett vändspår med anslutning från de inre spåren både söder och väster om plattformarna. Väster om stationen finns ett antal stickspår/industrispår som inte nyttjas.

Trafikverket har tagit fram en strategisk spårstudie /1/ där det framgår att planer finns på att utöka den aktuella sträckan av Ostkustbanan med två nya genomgående spår. Förbi programområdet föreslås att två tillkommande huvudspår placeras väster om befintliga spår. Dessutom planeras ett nytt vändspår i mitten. I samband med utbyggnaden rivs plattformarna och nya, längre plattformar byggs västerut. Befintliga stickspår/industrispår utgår.

Efter en utbyggnad av järnvägen enligt ovanstående beskrivning planeras de två inre spåren trafikeras av i första hand pendeltåg, mellanspåren av regionaltåg och godståg medan de yttre spåren ska trafikeras av fjärrtåg och snabbtåg.

/1/ Ostkustbanan Stockholm – Uppsala, PM Strategisk spårstudie, Banverket, 2010-03-11

2.1.1 Tågtrafik

Ostkustbanan trafikeras idag av ca 550-560 tåg per vardagsmedeldygn, varav 6 godståg (summerat i båda riktningar).

Enligt prognoser förväntas kapaciteten utökas till ca 750 tåg per dygn år 2020, varav 24 godståg. År 2050 förväntas kapacitetet ökat ytterligare till ca 1 100 tåg per dygn, varav 30 godståg /2/.

2.1.2 Transport av farligt gods

Av godstågen som går på den aktuella sträckan medför ett antal vagnar som rymmer farligt gods.

Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transporteras på järnväg. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella järnvägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung tågtrafik i Sverige som transporterar farligt gods.

Information har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKA) som bland annat ansvarar för statistik inom området bantrafik. Utifrån statistik över godsmängd per farligt godsklass under perioden 2007-2011 /3/ uppskattas det totala antalet farlig godsvagnar respektive antalet vagnar med respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt 4-5 % av den totala godsmängden. För den aktuella järnvägen motsvarar detta ca 2 760 transporter med dagens trafiksiffror. För prognosåret år 2050 uppskattas antalet farligt godstransporter till ca 13 800 per år. I tabell A.1 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A.1. Antal godsvagnar med farligt gods per år på Järnvägen år 2013, år 2020 respektive år 2050.

Klass	Andel	Antal farligt godsvagnar		
		År 2013	År 2020	År 2050
1. Explosiva ämnen och föremål	0,01%	0	1	1
2. Gaser	27,6%	762	3049	3811
3. Brandfarliga vätskor	40,6%	1120	4480	5599
4. Brandfarliga fasta ämnen	6,2%	171	685	857
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	12,9%	356	1425	1781
6. Giftiga ämnen	1,8%	51	204	255
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	1	3	4
8. Frätande ämnen	10,1%	278	1113	1392
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,7%	19	78	97
Totalt		2759	11038 *	13797 *

* OBS! Detta är mycket konservativa antaganden för prognosåren. I förhållande till den totala genomsnittsmängden farligt gods i Sverige under den senaste femårsperioden motsvarar detta ca 10-12 % (motsvarande värde med antagna transportmängder idag är mindre än 3 %).

/2/ Uppgifter från Jens Tiricke, Trafikverket angående trafiksiffror Ostkustbanan, september 2013

/3/ Statistikrapporter från Trafikanalys:
*Bantrafik 2007 (Rapportnr 2008:29); Bantrafik 2008 (Rapportnr 2009:22);
Bantrafik 2009 (Rapportnr 2010:21); Bantrafik 2010 (Rapportnr 2011:24);
Bantrafik 2011 (Rapportnr 2012:22)*

3 BERÄKNINGAR JÄRNVÄGSOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka på den aktuella järnvägssträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot urspårning, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i Trafikverkets rapport "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen" /4/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2.1 avseende faktorerna:

- Antal spårkm – aktuell sträcka x antal spår
- Antal tågkm – aktuell sträcka x antal tåg
- Antal vagnaxelkm – aktuell sträcka x antal vagnar x antal vagnaxlar per vagn
- Antal tågpassager över växlar – andel växlingar x antal tåg

3.1 JÄRNVÄGSOLYCKA ALLMÄNT

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande sannolikheter för urspårning förknippade med olika typer av felfaktorer, vilka finns redovisade i Trafikverkets rapport /4/:

- | | | | |
|----------------|---|--------------------|---------------------------------------|
| • Rälsbrott | $5,0 \cdot 10^{-11}$ / vagnaxelkm | • Lastförskjutning | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km godståg |
| • Solkurvor | $1,0 \cdot 10^{-5}$ / spårkm | • Annan orsak | $5,7 \cdot 10^{-8}$ / tågkm |
| • Spårlägesfel | $4,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km | • Okänd orsak | $1,4 \cdot 10^{-7}$ / tågkm |
| • Vagnfel | $5,0 \cdot 10^{-10}$ / v.a.km (persontåg)
$3,1 \cdot 10^{-9}$ / v.a.km (godståg) | | |

Vid passage över en växel kan urspårning även ske p.g.a. felfaktorer förknippade med växeln. Utöver ovanstående faktorer bör därför även följande faktorer beaktas då det har identifierats växlar på den aktuella järnvägssträckan:

- Växel sliten, trasig $5,0 \cdot 10^{-9}$ / tågpassage
- Växel ur kontroll $7,0 \cdot 10^{-8}$ / tågpassage

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur.

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt /4/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

Frekvensen för urspårning har beräknats utifrån ovanstående indata och sammanställs i tabell A.2. Frekvensen beräknas för persontåg respektive godståg på en 1 km järnvägssträcka i anslutning till det aktuella planområdet. Med avseende på urspårning p.g.a. växelfel antas ca 25 % av persontågen respektive 5 % av godstågen växla spår på den aktuella sträckan.

/4/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Tabell A.2. Beräknad frekvens för järnvägsolycka till följd av felfaktorer förknippade med spårfel, tågfel eller övrigt.

Orsak	Olycksfrekvens (per år)		
	År 2013	År 2020	År 2050
Urspårning persontåg			
Rälsbrott	4,0E-04	5,3E-04	7,8E-04
Solkurvor	9,9E-06	9,7E-06	9,7E-06
Spårslägesfel	3,2E-03	4,2E-03	6,2E-03
Växel sliten, trasig	2,5E-04	3,3E-04	4,9E-04
Växel ur kontroll	3,5E-03	4,6E-03	6,8E-03
Vagnfel	4,0E-03	5,3E-03	7,8E-03
Lastförsjukning	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Annan orsak	1,1E-02	1,5E-02	2,2E-02
Okänd orsak	2,8E-02	3,7E-02	5,5E-02
Totalt	5,1E-02	6,7E-02	9,9E-02
Urspårning godståg			
Rälsbrott	1,3E-05	5,3E-05	6,6E-05
Solkurvor	4,3E-07	1,9E-06	1,6E-06
Spårslägesfel	1,1E-04	4,2E-04	5,3E-04
Växel sliten, trasig	5,5E-07	2,2E-06	2,7E-06
Växel ur kontroll	7,7E-06	3,1E-05	3,8E-05
Vagnfel	8,1E-04	3,3E-03	4,1E-03
Lastförsjukning	1,1E-04	4,2E-04	5,3E-04
Annan orsak	1,2E-04	5,0E-04	6,2E-04
Okänd orsak	3,1E-04	1,2E-03	1,5E-03
Totalt	1,5E-03	5,9E-03	7,4E-03
Antal urspårade vagnar			
Persontåg	1,8E-01	2,4E-01	3,5E-01
Godståg	5,2E-03	2,1E-02	2,6E-02
Totalt	1,8E-01	2,6E-01	3,7E-01

3.2 JÄRNVÄGSOLYCKA MED FARLIGT GODS

Utifrån den sammanlagda olycksfrekvensen för godståg som redovisas i tabell A.2 beräknas frekvensen för farligt godsolycka utifrån den andel av vagnarna som rymmer farligt gods. Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt 4-5 % av den totala godsmängden. Detta värde används både för år 2013 och för prognosåren.

Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godsvagn är inblandad är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet godsvagnar som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass.

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods för respektive år. I avsnitt 3.2.1-3.2.4 redovisas sedan frekvensberäkningarna för olycka med de klasser som bedöms påverka risknivån inom planområdet (se avsnitt 1).

Tabell A.3. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad järnvägssträcka.

Scenario	Andel	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]		
		År 2013	År 2020	År 2050
klass 1	0,01%	1,5E-08	6,2E-08	7,7E-08
Klass 2	27,6%	6,0E-05	2,4E-04	3,0E-04
klass 3	40,6%	8,8E-05	3,5E-04	4,4E-04
klass 4	6,2%	1,3E-05	5,4E-05	6,7E-05
klass 5	12,9%	2,8E-05	1,1E-04	1,4E-04
klass 6	1,8%	4,0E-06	1,6E-05	2,0E-05
klass 7	0,0%	6,2E-08	2,5E-07	3,1E-07
klass 8	10,1%	2,2E-05	8,8E-05	1,1E-04
klass 9	0,7%	1,5E-06	6,1E-06	7,6E-06
Totalt		2,2E-04	8,7E-04	1,1E-03

3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /5/. 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.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. I RID-S anges ingen gräns för hur stora transportmängder massexplosiva ämnen som tillåts på järnväg. Som maxgräns brukar dock ansättas 25 ton massexplosiv ämne per godsvagn. Hur stor andel av transportererna som rymmer så stora mängder är dock oklart.

Transportmängden och antalet transporter av massexplosiva ämnen har uppskattats utifrån en separat utredning som upprättades inom projektet med överdäckningen av Norra Stationsområdet /6/. Denna kartläggning beaktar uppgifter från bl.a. MSB, Polisen samt transportörer i Stockholms län.

- Enligt uppgifter från MSB utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5-10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.
- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transportererna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transittransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet.

/5/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7

/6/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

BRANDSKYDDSLAGET

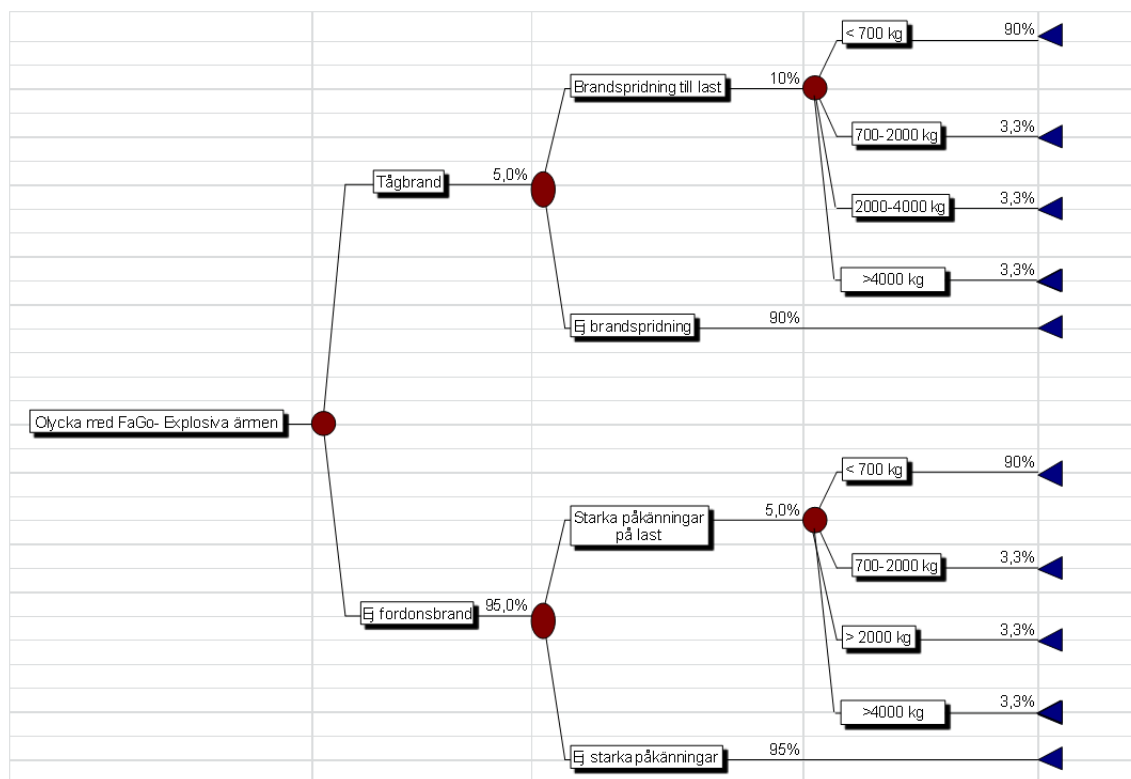
Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på Ostkustbanan:

- < 700 kg/vagn: ca 90 %
- 700 – 2 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- 2 000 – 4 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- > 4000 kg/vagn: ca 3,3 %

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport /5/ och utifrån detta bedöms det vara låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 5 % av fallen.

Enligt avsnitt 3.4 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S avseende transport av massexplosiva ämnen.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



Figur A.1. Händelsetråd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens [per år]		
	År 2013	År 2020	År 2050
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	1,5E-08	6,2E-08	7,7E-08
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)			
< 700 kg	7,3E-10	2,9E-09	3,6E-09
- P.g.a. tågbrand	6,9E-11	2,8E-10	3,5E-10
- P.g.a. starka påkänningar	6,6E-10	2,6E-09	3,3E-09
700-2000 kg	2,7E-11	1,1E-10	1,3E-10
- P.g.a. tågbrand	2,5E-12	1,0E-11	1,3E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,4E-11	9,7E-11	1,2E-10
2000-4000 kg	2,7E-11	1,1E-10	1,3E-10
- P.g.a. tågbrand	2,5E-12	1,0E-11	1,3E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,4E-11	9,7E-11	1,2E-10
> 4000 kg	2,7E-11	1,1E-10	1,3E-10
- P.g.a. tågbrand	2,5E-12	1,0E-11	1,3E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,4E-11	9,8E-11	1,2E-10

3.2.2 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).

Statistiken från Trafikanalys /3/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /7/. Enligt denna kartläggning består den största andelen (ca 98 %) av brännbara gaser på Ostkustbanan, men kartläggningen redovisar inga transporter av giftiga gaser. I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att fördelningen mellan undergrupperna är 75 % brännbara gaser, 20 % icke giftiga och icke brännbara gaser respektive 5 % giftiga gaser. 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 vidare i riskanalysen.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka antas för tjockväggiga vagnar till 1 % respektive 1 % /4/.

/7/ Kartläggning av farligt gods på järnväg under september månad 2006, Räddningsverket 2007 (www.msb.se)

BRANDSKYDDSLAGET

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

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck .
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där hela en tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelingsstatistik /8/:

	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

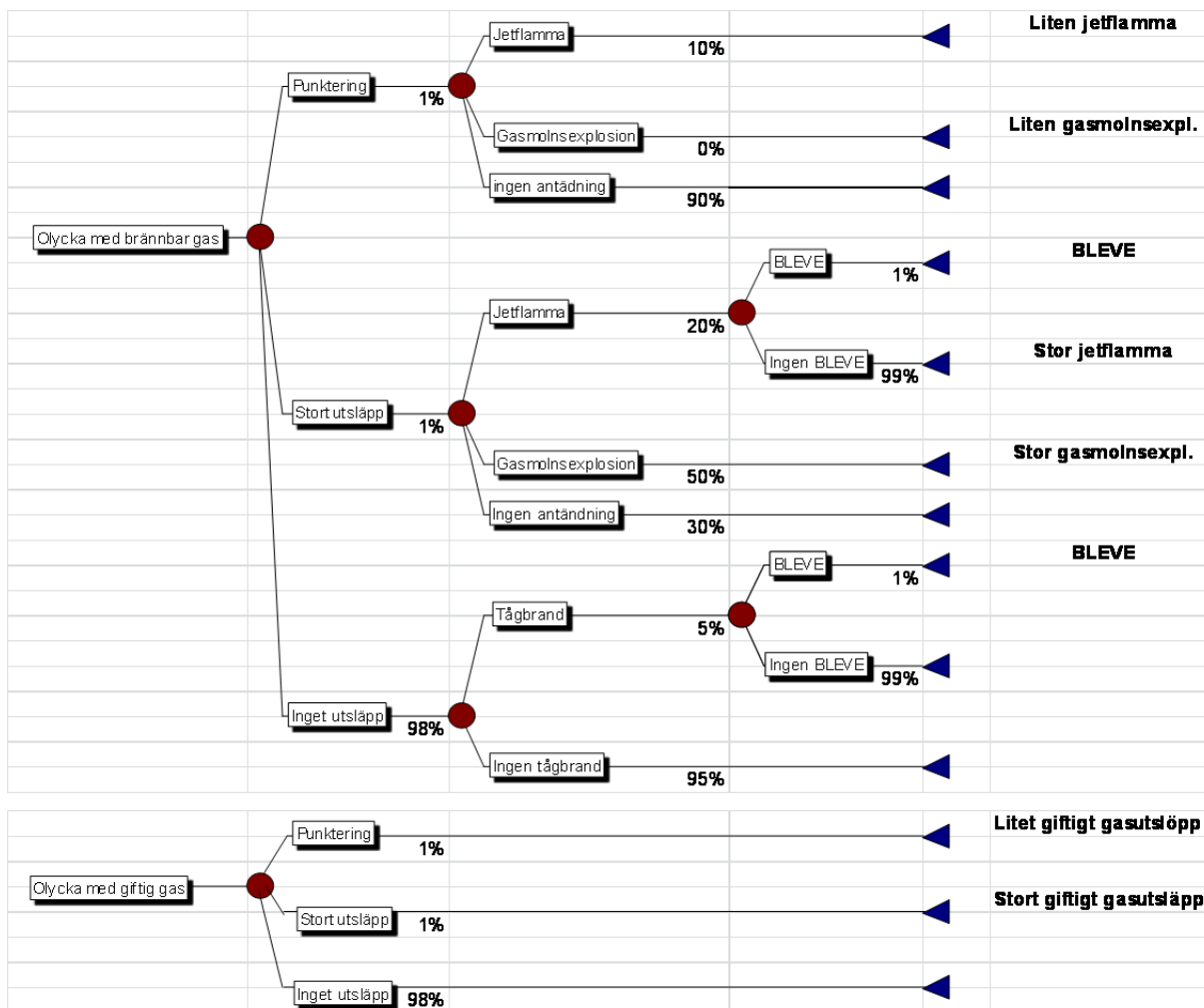
En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolyckan leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Sannolikheten för att förhållandena kring något av dessa scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 % för respektive scenario. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: litet utsläpp respektive stort utsläpp.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.

/8/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

BRANDSKYDDSLAGET



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av gas (klass 2).

Överst: Klass 2.1. Brännbar gas

Underst: Klass 2.3. Giftig gas

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens [per år]		
	År 2013	År 2020	År 2050
Järnvägsolycka med klass 2.1	4,5E-05	1,8E-04	2,3E-04
Liten jetflamma	4,5E-08	1,8E-07	2,3E-07
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	8,9E-08	3,6E-07	4,5E-07
Stor gasmolnsexplosion	2,3E-07	9,0E-07	1,1E-06
BLEVE			
jetflamma riktad mot oskadad tank	9,0E-10	3,6E-09	4,5E-09
tågbrand under oskadad tank	2,2E-08	8,8E-08	1,1E-07
Järnvägsolycka med klass 2.3	3,0E-06	1,2E-05	1,5E-05
Litet utsläpp giftig gas	3,0E-08	1,2E-07	1,5E-07
Stort utsläpp giftig gas	3,0E-08	1,2E-07	1,5E-07

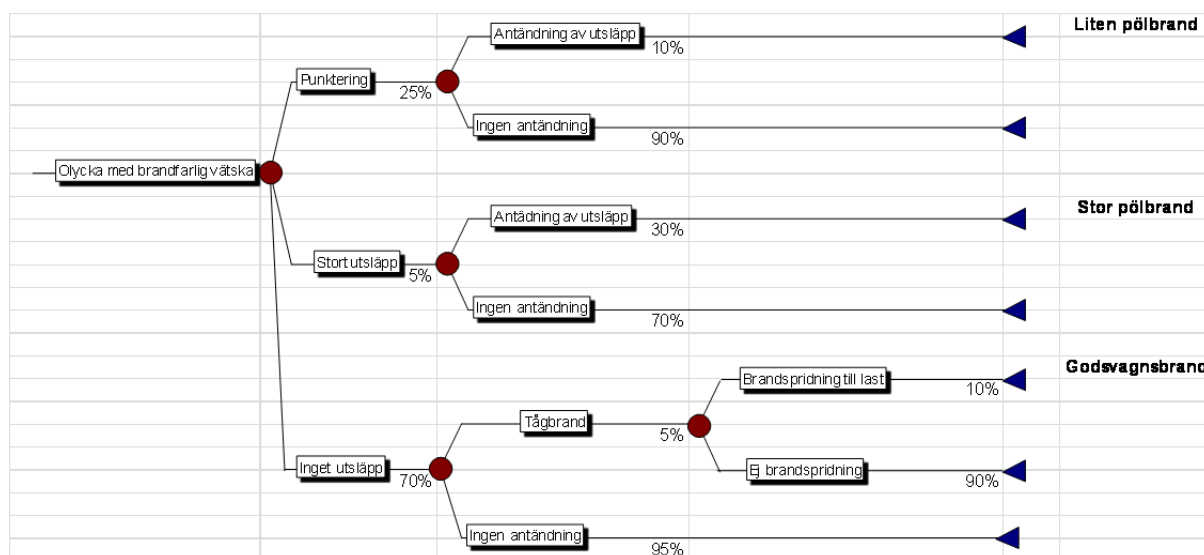
3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en något högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar. Sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är för tunnväggig vagn 25 % och 5 % /4/.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /8/.

Omfattande brand kan även uppstå om en tågbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt 3.4 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S.

Figur A.3 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.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens [per år]		
	År 2013	År 2020	År 2050
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	8,8E-05	3,5E-04	4,4E-04
Liten pölbrand	2,2E-06	8,8E-06	1,1E-05
Stor pölbrand	1,3E-06	5,3E-06	6,6E-06
Godsvagnsbrand	3,1E-07	1,2E-06	1,5E-06

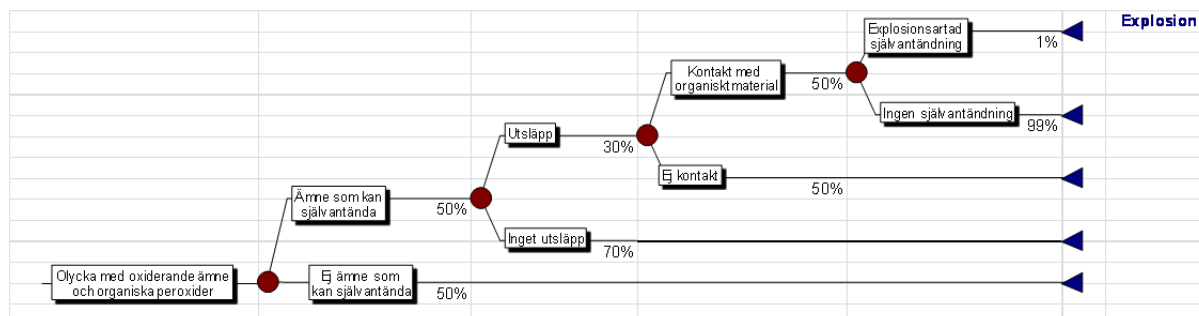
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt regelverket RID-S /5/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen antas transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage oberoende storlek är då 30 % (25 + 5 %). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). 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.

Figur A.4 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.7.



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens [per år]		
	År 2013	År 2020	År 2050
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	2,8E-05	1,1E-04	1,4E-04
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	2,1E-08	8,4E-08	1,1E-07

3.3 URSPÅRNING

En urspårning kan medföra att de urspårade järnvägsvagnarna hamnar en bit från spåret. Urspårningen kan då leda till skador inom planområdet även om tåget inte rymmer farligt gods. Huruvida personer i planområdet skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning.

Observera att beräkningarna av sannolikhet och frekvens som funktion av avståndet från järnvägen som redovisas nedan utförs för en obebyggd omgivning som ligger i samma nivå som järnvägen där närmaste byggnad ej har utförts med några särskilda krav på förstärkning för att klara av en urspårning.

Vid fortsatt beräkning av konsekvenser samt risknivån inom programområdet ska hänsyn tas till nivåskillnader samt barriärer och förstärkning av fasader och bärverk m.m. för befintliga förhållanden (nollalternativ) respektive planerad bebyggelse.

Sannolikheten för kollision med byggnad kan beräknas som funktion av avståndet från spåret enligt den metodik som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /9/*:

$$P_2 = \left(\frac{b-a}{b}\right)^2 \times 0,5 \times \frac{c}{d} \quad \text{där:}$$

d = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

b = det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som $V^{0,55}$

a = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmittpunkt och byggnad

c = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a, vilket beräknas med ekvationen:

$$c = \frac{d}{b} \times (b - a) \quad \text{om } b > a. \quad \text{Är } b < a \text{ blir } c = 0.$$

Sannolikheten för byggnadskollaps till följd av kollision beräknas vidare med följande ekvation:

$$P_3 = \left(1 - \frac{2}{3} \times \frac{t \times (2b - 2a - t)}{(b - a)^2}\right) \times \alpha \quad \text{för } b - t - a > 0 \quad \text{där}$$

t = det vinkelräta avståndet (m) från spåret där den urspårade vagnens hastighet sjunkit under 60 km/h, vilket beräknas med ekvationen:

$$t = \frac{a \times d'}{d - d'}$$

a = se ovan

d' = det, längs spåret, längsta avståndet som den urspårade vagnen kan gå, där hastigheten fortfarande överstiger eller är lika med 60 km/h. Ansätts till 45 m enligt /9/

/9/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

α = sannolikheten för ras beroende av konstruktionens robusthet. $\alpha = 1$ innebär att alla kollisioner där hastigheten överstiger 60 km/h leder till ras.

Utformningen av spårområdet utmed det aktuella programområdet, med bl.a. plattformar innebär att sannolikheten för skador inom programområdet till följd av en urspårning begränsas. Bredden på spårområdet innebär att det endast är urspårning på de yttre spåren (fjärrtåg, regionaltåg och snabbtåg) som påverkar risknivån inom programområdet, givet att tåget spårar ur bort från spårområdet. En urspårning på södergående spår påverkar därför endast risknivån inom den östra halvan av programområdet och motsvarande så påverkar en urspårning på norrgående spår endast risknivån på den västra sidan.

I tabell A.8 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar för urspårning som funktion av avståndet från järnvägen. I tabellen tas ingen hänsyn till eventuella byggnader eller hinder utan utgår från att tåget får spåra ur "fritt". Sannolikheten har multiplicerats med urspårningsfrekvenserna som redovisas i tabell A.2 (minus pendeltåg och godståg år 2013 respektive minus pendeltåg, godståg och regionaltåg år 2020 och 2050).

Tabell A. 8. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka.

Avstånd från spårmit (m)	Sannolikhet		Frekvens kollision (F1 x P2)			Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)		
	Kollision (P ₂)	Byggnadskollaps (P ₃)	År 2013	År 2020	År 2050	År 2013	År 2020	År 2050
0	50,00%	100,0%	6,7E-02	8,8E-02	1,3E-01	6,7E-02	8,8E-02	1,3E-01
1	42,30%	99,2%	5,7E-02	7,5E-02	1,1E-01	5,6E-02	7,4E-02	1,1E-01
2	35,43%	98,4%	4,7E-02	6,3E-02	9,2E-02	4,7E-02	6,2E-02	9,1E-02
3	29,34%	97,5%	3,9E-02	5,2E-02	7,6E-02	3,8E-02	5,0E-02	7,4E-02
4	24,00%	96,4%	3,2E-02	4,2E-02	6,2E-02	3,1E-02	4,1E-02	6,0E-02
5	19,35%	95,2%	2,6E-02	3,4E-02	5,0E-02	2,5E-02	3,3E-02	4,8E-02
6	15,34%	93,8%	2,1E-02	2,7E-02	4,0E-02	1,9E-02	2,5E-02	3,7E-02
7	11,93%	92,2%	1,6E-02	2,1E-02	3,1E-02	1,5E-02	1,9E-02	2,9E-02
8	9,06%	90,3%	1,2E-02	1,6E-02	2,4E-02	1,1E-02	1,4E-02	2,1E-02
9	6,70%	88,0%	9,0E-03	1,2E-02	1,7E-02	7,9E-03	1,0E-02	1,5E-02
10	4,79%	85,3%	6,4E-03	8,4E-03	1,2E-02	5,5E-03	7,2E-03	1,1E-02
11	3,28%	81,9%	4,4E-03	5,8E-03	8,5E-03	3,6E-03	4,7E-03	7,0E-03
12	2,12%	77,7%	2,8E-03	3,8E-03	5,5E-03	2,2E-03	2,9E-03	4,3E-03
13	1,28%	72,2%	1,7E-03	2,3E-03	3,3E-03	1,2E-03	1,6E-03	2,4E-03
14	0,70%	64,9%	9,3E-04	1,2E-03	1,8E-03	6,0E-04	8,0E-04	1,2E-03
15	0,32%	54,8%	4,3E-04	5,7E-04	8,4E-04	2,4E-04	3,1E-04	4,6E-04
16	0,11%	41,5%	1,5E-04	2,0E-04	3,0E-04	6,4E-05	8,4E-05	1,2E-04
17	0,02%	35,4%	3,1E-05	4,1E-05	6,1E-05	1,1E-05	1,5E-05	2,2E-05
18	0,00%	0,0%	8,6E-07	1,1E-06	1,7E-06	-	-	-
19	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	-	-	-
20	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	-	-	-

Observera att det är den totala olycksfrekvensen som redovisas i tabell A.8. Vid fortsatt beräkning av risknivån på respektive sida om järnvägen ska olycksfrekvensen multipliceras med 50 %.

3.4 TÅGBRAND

I underredet till en järnvägsvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder i tåg är bland annat tekniska fel som t ex el-, motor- eller bromsfel. Tågbränder kan också starta inne i järnvägsvagnen, till följd av t ex elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Enligt statistik från Trafikverket var den genomsnittliga olyckskvoten för brand i järnvägsfordon mellan 1997-2006 ca 1,1 per 10 miljoner tågkilometer (kvoten varierar mellan 0,6-1,6 per 10 miljoner tågkm under de studerade åren) /10/.

Det är dock en relativt begränsad andel av tågbränderna som blir så omfattande att de påverkar kringliggande områden. Olyckskvoten ovan bygger på alla anmälda tågbränder, vilket även inkluderar rökutveckling. Givet "brand" enligt dessa förutsättningar bedöms sannolikheten för en utvecklad brand som sprids till lasten vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 20 %. Sannolikheten för att förhållandena är sådana att branden leder till en mycket omfattande godsbrand bedöms vara ännu lägre, uppskattat ca 5 %.

I tabell A.9 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.9. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på aktuell järnvägssträcka.

Scenario	Frekvens [per år]		
	År 2013	År 2020	År 2050
Brand i godståg	2,5E-04	9,9E-04	1,2E-03
Liten tågbrand (inkl. rökutveckling)	1,9E-04	7,4E-04	9,3E-04
Stor tågbrand (spridning till gods)	4,9E-05	2,0E-04	2,5E-04
Mycket stor tågbrand	1,2E-05	4,9E-05	6,2E-05

Utifrån en jämförelse av olyckskvoten för tågbrand med den beräknade olyckskvoten för järnvägsolycka med godståg uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av en järnvägsolycka vara ca 5 %. Detta värde används i frekvensberäkningarna för skadescenarier med brandspridning till farligt gods i avsnitt 3.2.1- 3.2.4.

/10/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006