

Dokumenttyp	BILAGA A – FREKVENSBERÄKNINGAR
	Vega DP 2och 4
Datum	2013-11-01
Status	Planunderlag
Handläggare	Rosie Kvål Tel: 08-588 188 84 E-post: rosie.kval@brandskyddslaget.se
Internkontroll	Erik Hall Midholm
Uppdragsledare	Rosie Kvål
Uppdragsgivare	Haninge kommun
Uppdragsnummer	106713

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 massexplösivt 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

2 INDATA

2.1 ALLMÄNT - JÄRNVÄGEN

Planområdet angränsar mot Nynäsbanan längs ca 800 meter. På den aktuella sträckan består järnvägen av två spår med genomgående tågtrafik.

Tillåten maxhastighet på spåren är 140 km/h för persontåg och 100 km/tim för godståg. Längs den aktuella sträckan finns det inga växlar mellan spåren. Inom området planeras en ny pendeltågsstation vilket kommer att innebära att merparten av tågen har en begränsad hastighet förbi området.

2.1.1 Tågtrafik

På den aktuella järnvägssträckan går i huvudsak pendeltåg men även godståg och lok passerar. I *Tabell A. 1* redovisas antalet tåg /1/ under ett år utifrån dagens trafikering på Nynäsbanan. Utifrån schablonmått för vagnantal för olika typer av tågmodeller har det totala antalet vagnar uppskattats. Moderna pendeltåg (X 60) har 6 vagnar. Enligt VTI-rapport 387:2 utgörs godståg i medel av ca 30 vagnar /2/.

/1/ Uppgifter från Trafikverket, 2013-10-09

/2/ Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2, Väg- och transport forskningsinstitutet, 1994

Framtid

I och med att Citybanan tas i drift kan turtätheten på banan öka till 10-minuters trafik. Idag går det två tåg i timmen i vardera riktningen. En prognos från Trafikverket /^{3/} innebär att trafiken på banan år 2030 kommer att utgöras av 264 pendeltåg, 18 godståg (varav 12 från Norvik) samt 19 tjänstetåg per dygn. Enligt miljöriskutredningen för Norviks hamn /^{4/} uppskattas verksamheten generera 6-8 godståg per dygn på Nynäsbanan. Detta är inkluderat i Trafikverkets prognos.

Tabell A. 1. Sammanställning av antal tåg och vagnar på Järnvägen i anslutning till planområdet.

Typ av tåg	År 2013		År 2030	
	Tåg per år	Vagnar per år	Tåg per år	Vagnar per år
Persontåg	21008	126048	103295	619770
Godståg	208	6240	6570	197100
Totalt	21216	132288	109865	816870

2.1.2 Transport av farligt gods

Av godståg 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 2008-2012 /^{5/} uppskattas det totala antalet farlig godsvagnar respektive antalet vagnar med respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan. Eftersom det i nuläget inte förekommer någon genomfartstrafik på Nynäsbanan och alla godstransporter har start eller målpunkt utmed banan är den nationella statistiken troligen missvisande, särskilt när det gäller fördelningen mellan olika farligt godsklasser.

-
- /3/ Samråd för stadsdel Vega detaljplan 2. Haninge kommun, Trafikverket, 2013-08-07
 - /4/ Miljöriskanalis av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplaning, 2007-01-31
 - /5/ 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)

När hamnen i Norvik är färdigbyggd 2020 kommer transporter från andra länder och delar av Sverige att komma att transporteras på Nynäsbanan. Prognoser avseende transporter med farligt gods har utgått från nationell statistik i dagsläget samt uppskattningar gjorda i samband med planarbete för Norvik /6/. Det finns inga indikationer på att transporterna med farligt gods kommer att öka i samma omfattning som övrig trafik på banan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 4-5 % av den totala godsmängden. För den aktuella järnvägen motsvarar detta ca 260 vagnar med farligt gods per år i nuläget. För prognosåret år 2030 uppskattas antalet farligt godsvagnar till ca 1 540 vilket omfattar bidraget från Norvik /6/ samt nuvarande transporter. Ingen allmän uppräknings av antalet vagnar med farligt gods har gjorts. Ingen indikation finns om att verksamheter utmed banan kommer att öka behovet av sådana transporter. Fördelningen mellan olika klasser utgår från det nationella underlaget tillsammans med underlaget för Norvik.

I Tabell A.2 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A. 2. Antal godsvagnar med farligt gods per år på Järnvägen år 2013 respektive år 2030.

Klass	År 2013		År 2030	
	Andel	Antal farligt godsvagnar	Andel	Antal farligt godsvagnar
1. Explosiva ämnen och föremål	0,01%	0	0,0%	0
2. Gaser	27,6%	72	9,2%	142
3. Brandfarliga vätskor	40,6%	106	31,5%	486
4. Brandfarliga fasta ämnen	6,2%	16	3,6%	56
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	12,9%	34	8,0%	124
6. Giftiga ämnen	1,8%	5	6,1%	95
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0,0%	0
8. Frätande ämnen	10,1%	26	23,1%	356
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,7%	2	18,3%	282
Totalt		262		1542

Enligt tidigare underlag från Green Cargo (2005) transporterades endast ämnen ur klass 2.1 och 3 på aktuell sträcka /7/. Totalt rörde det sig då om 164 vagnar per år. Motsvarande resultat visar kartläggning genomförd av MSB 2006 /8/ som omfattar samma klasser.

/6/ Miljörisikanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplaning, 2007-01-31

/7/ RID-transporter utförda av Green Cargo, Älvsjö- Jordbro, mars-maj 2005

/8/ Flöden av farligt god spå järnväg, 2006, www.msb.se

3 BERÄKNINGAR JÄRNVÄGSOLYCKA

I detta avsnitt beräknas frekvensen för järnvägsolycka på den aktuella järnvägssträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot järnvägsolycka, 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" /9/.

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

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 /9/:

- | | | | |
|----------------|---|--------------------|---------------------------------------|
| • 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 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 /9/ 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 för respektive järnvägsspår och sammanställs i tabell A.3. Frekvensen beräknas för persontåg respektive godståg på en 1 km järnvägssträcka i anslutning till det aktuella planområdet.

/9/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

Tabell A. 3. Beräknad frekvens för järnvägsolycka till följd av felfaktorer förknippade med spårfel, tågfel eller övrigt.

Orsak	Olycksfrekvens (per år)	
	År 2013	År 2030
Urspårning persontåg		
Rälsbrott	2,5E-05	1,2E-04
Solkurvor	2,0E-05	1,9E-05
Spårlägesfel	2,0E-04	9,9E-04
Växel sliten, trasig	0,0E+00	0,0E+00
Växel ur kontroll	0,0E+00	0,0E+00
Vagnfel	2,5E-04	1,2E-03
Lastförsjuktning	0,0E+00	0,0E+00
Annan orsak	1,2E-03	5,9E-03
Okänd orsak	2,9E-03	1,4E-02
Totalt	4,6E-03	2,3E-02
Urspårning godståg		
Rälsbrott	1,2E-06	3,9E-05
Solkurvor	2,0E-07	1,2E-06
Spårlägesfel	1,0E-05	3,2E-04
Växel sliten, trasig	0,0E+00	0,0E+00
Växel ur kontroll	0,0E+00	0,0E+00
Vagnfel	7,7E-05	2,4E-03
Lastförsjuktning	1,0E-05	3,2E-04
Annan orsak	1,2E-05	3,7E-04
Okänd orsak	2,9E-05	9,2E-04
Totalt	1,4E-04	4,4E-03
Antal urspårade vagnar		
<i>Persontåg</i>	1,6E-02	8,0E-02
<i>Godståg</i>	4,9E-04	1,5E-02
Totalt	1,7E-02	9,5E-02

3.2 JÄRNVÄGSOLYCKA MED FARLIGT GODS

Utifrån den sammanlagda olycksfrekvensen för godståg som redovisas i Tabell A.3 beräknas frekvensen för farligt godsolycka utifrån den andel av vagnarna som rymmer farligt gods. 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 förhållande till dagens transportsiffror innebär ovanstående antagande att farligt godsvagnarna utgör 4,2 % av det totala antalet godsvagnar på järnvägen. Motsvarande andel för de prognostiserade transportsiffrorna år 2030 är 0,8 %. Enligt uppgifter från Norvik uppskattas antalet farligt godsvagnar utgöra ca 1 % av deras transporter. Med Citybanan invigd kommer pendeltågstrafiken öka markant, vilket innebär en minskad andel farligt gods.

I Tabell A.4 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods år 2013 respektive år 2030.

Tabell A. 4. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad järnvägssträcka.
 Procentsats i raden totalt utgör andelen farligt godsvagnar i förhållande till totalt antal godsvagnar.
 Procentsats i övriga rader utgör andelen av respektive klass i förhållande till totalt antal farligt godsvagnar.

Scenario	Järnvägsolycka med fago-vagn [per år]			
	År 2013		År 2030	
	Andel	Frekvens	Andel	Frekvens
klass 1	0,01%	1,5E-09	0,01%	1,0E-08
Klass 2	27,6%	5,7E-06	9,2%	1,1E-05
klass 3	40,6%	8,3E-06	31,5%	3,8E-05
klass 4	6,2%	1,3E-06	3,6%	4,4E-06
klass 5	12,9%	2,7E-06	8,0%	9,7E-06
klass 6	1,8%	3,8E-07	6,1%	7,4E-06
klass 7	0,0%	5,8E-09	0,0%	5,8E-09
klass 8	10,1%	2,1E-06	23,1%	2,8E-05
klass 9	0,7%	1,4E-07	18,3%	2,2E-05
Totalt		2,1E-05		1,2E-04

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 /10/. 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 /11/. 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.

/10/ RID-S 2013 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2012:7

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

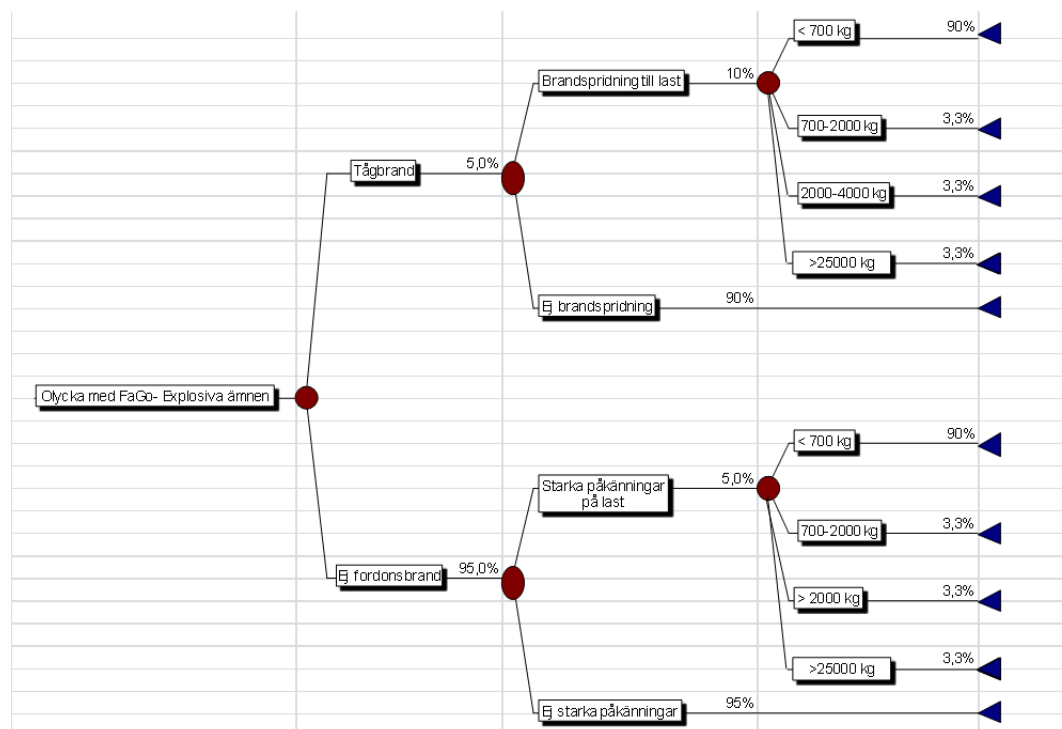
BRANDSKYDDSLAGET

- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transportererna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transitt transporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet.
- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på Nynäsbanan:
 - < 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 massexlosion 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 /10/ 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.

Sannolikheten till följd av järnvägsolycka för tågbrand uppskattas 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 massexplösiva 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 massexlosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i Tabell A. 5.



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

Tabell A. 5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens [per år]	
	År 2013	År 2030
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	1,5E-09	1,0E-08
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
< 700 kg	6,9E-11	4,7E-10
- P.g.a. tågbrand	6,6E-12	4,5E-11
- P.g.a. starka påkänningar	6,2E-11	4,3E-10
700-2000 kg	2,5E-12	1,7E-11
- P.g.a. tågbrand	2,4E-13	1,7E-12
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-12	1,6E-11
2000-4000 kg	2,5E-12	1,7E-11
- P.g.a. tågbrand	2,4E-13	1,7E-12
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-12	1,6E-11
> 4000 kg	2,5E-12	1,8E-11
- P.g.a. tågbrand	2,4E-13	1,7E-12
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-12	1,6E-11

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).

Enligt miljöriskanalysen för Norviks hamn /12/ utgör brännbara gaser och giftiga gaser ca 20 % vardera av klass 2 transportererna. Klass 2.2 utgör därmed 60 %. Fördelningen enligt miljöriskanalysen har använts som underlag i beräkningarna. 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. Merparten av de brännbara gaserna förväntas ske som styckegods. I analysen förutsätts dock att de transporteras i tankvagnar.

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 % /9/.

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

/12/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplanning, 2007-01-31

BRANDSKYDDSLAGET

- *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 fördelningsstatistik /13/:

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

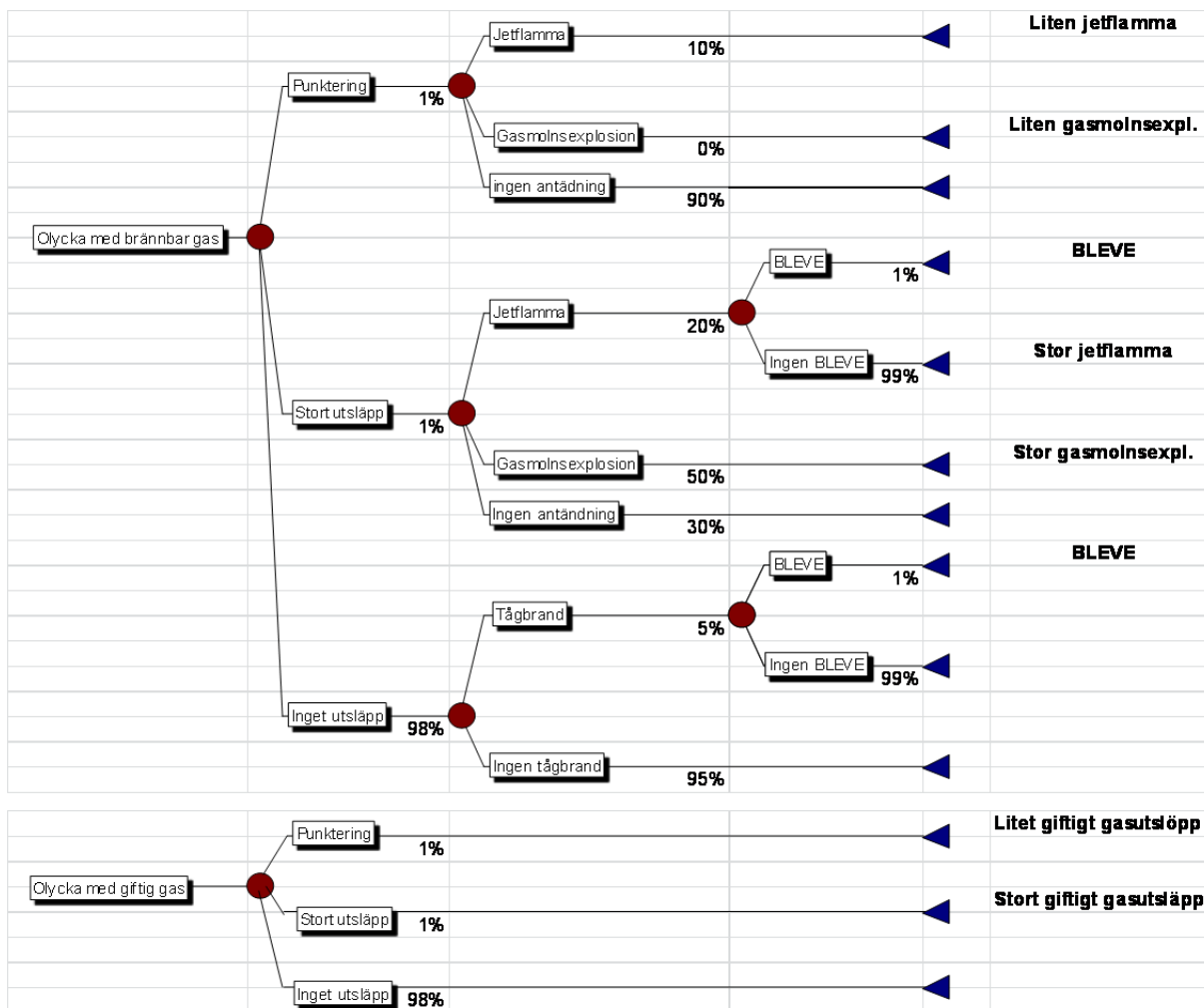
En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolyckan leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre 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.6.

/13/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

BRANDSKYDDSLAGET



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

Överst: Klass 2.1. Brännbar gas

Underst: Klass 2.3. Giftig gas

Tabell A. 6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

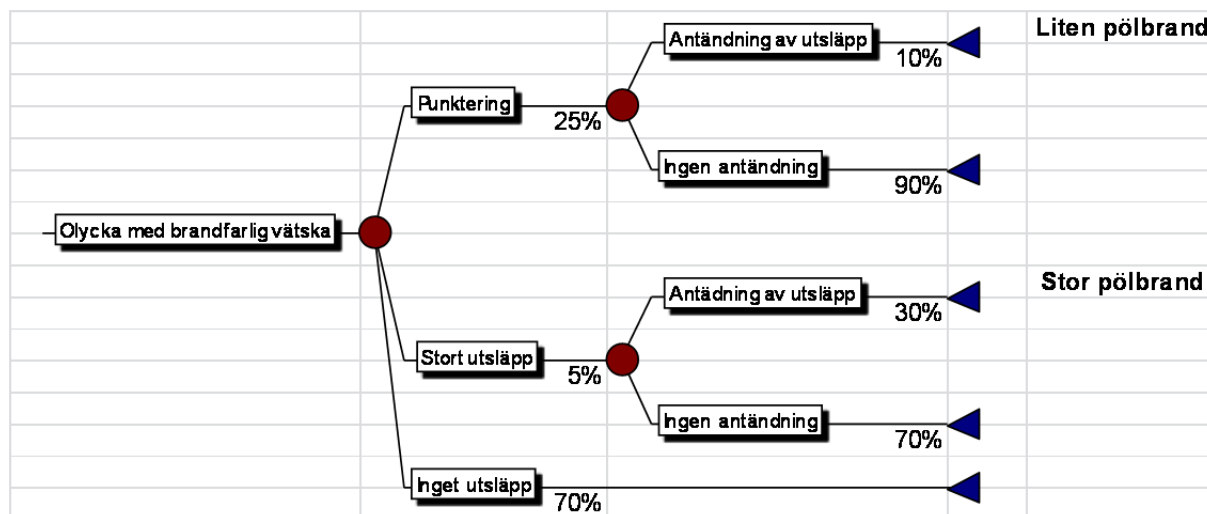
Scenario	Frekvens [per år]	
	År 2013	År 2030
Järnvägsolycka med gas (klass 2)	5,7E-06	1,1E-05
Järnvägsolycka med klass 2.1	1,1E-06	2,2E-06
Liten jetflamma	1,1E-09	2,2E-09
Liten gasmolnsexplosion	0,0E+00	0,0E+00
Stor jetflamma	2,2E-09	4,4E-09
Stor gasmolnsexplosion	5,7E-09	1,1E-08
BLEVE		
jetflamma riktad mot oskadad tank	2,3E-11	4,5E-11
tågbrand under oskadad tank	5,6E-10	1,1E-09
Järnvägsolycka med klass 2.3	1,1E-06	2,2E-06
Litet utsläpp giftig gas	1,1E-08	2,2E-08
Stort utsläpp giftig gas	1,1E-08	2,2E-08

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 % /9/.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /13/.

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.7.



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

Tabell A. 7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens [per år]	
	År 2013	År 2030
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	8,3E-06	3,8E-05
Liten pölbrand	2,1E-07	9,5E-07
Stor pölbrand	1,2E-07	5,7E-07

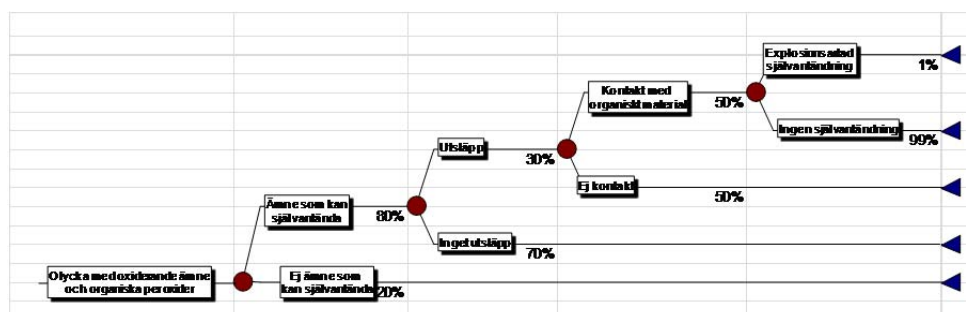
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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 /10/ 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.

Utifrån miljöriskanalysen för Norviks hamn /14/ antas att 80 % 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 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. 8.



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

Tabell A. 8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens [per år]	
	År 2013	År 2030
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	2,7E-06	9,7E-06
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	3,2E-09	1,2E-08

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.

/14/ Miljöriskanalys av farligt godstransporter på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm, Nynäshamn – Norviksudden, Enviroplanning, 2007-01-31

BRANDSKYDDSLAGET

Konsekvensområdet för en urspårning är kraftigt beroende av omgivningens utformning. I de fall där järnvägen ligger i samma nivå som omgivningen står konsekvensområdet i relation till tågets hastighet vid urspårningstillfället. Om järnvägen ligger högre än omgivningen, som Nynäsbanan gör genom studerat område, har tågets hastighet dock inte lika stor inverkan på det maximala konsekvensområdet. Om spåret går på en vall kan konsekvensområdet bli större eftersom tåget får ökad fart när det rullar nerför vallen. Vallen i aktuellt fall uppskattas dock inte vara större än uppskattningsvis ca 10 meter ut från respektive spår.

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 /15/*:

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

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. Antaget 45 m /15/

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

I *Tabell A. 9* redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på urspårning på den aktuella järnvägssträckan. Sannolikheten har multiplicerats med den totala urspårningsfrekvensen som redovisas i *Tabell A.3.* ovan.

/15/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

BRANDSKYDDSLAGET

Tabell A. 9. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka.

Avstånd från spårmit (m)	Sannolikhet persontåg		Sannolikhet godståg		Frekvens kollision (F1 x P2)		Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	
	Kollision (P ₂)	Byggnadskollaps (P ₃)	Kollision (P ₂)	Byggnadskollaps (P ₃)	År 2013	År 2020	År 2013	År 2020
0	50,00%	100,0%	50,00%	100,0%	4,2E-03	2,4E-02	4,2E-03	2,4E-02
1	44,27%	98,8%	43,65%	96,6%	3,7E-03	2,1E-02	3,7E-03	2,1E-02
2	38,99%	97,4%	37,86%	92,9%	3,3E-03	1,8E-02	3,2E-03	1,8E-02
3	34,16%	96,0%	32,61%	89,0%	2,9E-03	1,6E-02	2,7E-03	1,5E-02
4	29,74%	94,4%	27,86%	84,8%	2,5E-03	1,4E-02	2,3E-03	1,3E-02
5	25,71%	92,8%	23,61%	80,4%	2,1E-03	1,2E-02	2,0E-03	1,1E-02
6	22,07%	90,9%	19,80%	75,6%	1,8E-03	1,0E-02	1,7E-03	9,1E-03
7	18,79%	88,9%	16,43%	70,6%	1,6E-03	8,7E-03	1,4E-03	7,5E-03
8	15,85%	86,7%	13,47%	65,2%	1,3E-03	7,3E-03	1,1E-03	6,1E-03
9	13,24%	84,3%	10,89%	59,6%	1,1E-03	6,1E-03	9,2E-04	4,9E-03
10	10,93%	81,7%	8,65%	53,7%	9,1E-04	5,0E-03	7,4E-04	3,9E-03
11	8,90%	78,7%	6,75%	47,8%	7,4E-04	4,1E-03	5,8E-04	3,0E-03
12	7,15%	75,4%	5,15%	42,1%	5,9E-04	3,2E-03	4,4E-04	2,3E-03
13	5,64%	71,8%	3,82%	37,1%	4,7E-04	2,5E-03	3,3E-04	1,7E-03
14	4,36%	67,6%	2,75%	33,8%	3,6E-04	1,9E-03	2,4E-04	1,2E-03
15	3,29%	63,0%	1,90%	0,0%	2,7E-04	1,5E-03	1,7E-04	8,2E-04
16	2,41%	57,9%	1,24%	0,0%	2,0E-04	1,1E-03	1,1E-04	5,5E-04
17	1,70%	52,1%	0,76%	0,0%	1,4E-04	7,3E-04	7,2E-05	3,5E-04
18	1,15%	45,9%	0,42%	0,0%	9,4E-05	4,9E-04	4,3E-05	2,1E-04
19	0,73%	39,5%	0,20%	0,0%	6,0E-05	3,1E-04	2,3E-05	1,1E-04
20	0,43%	34,4%	0,08%	0,0%	3,5E-05	1,8E-04	1,2E-05	5,9E-05