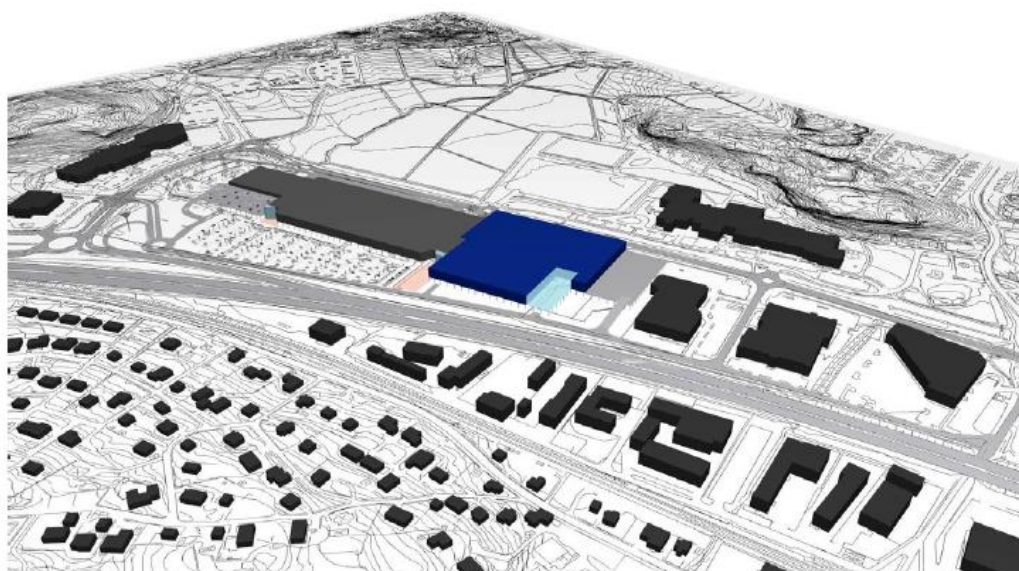




Mölnadal stad, Stadsbyggnadskontoret

Riskutredning Källered Köpstad, Mölnadal



Malmö 2016-01-22
ÅF-Infrastructure AB
Brand och Risk
Uppdragsnummer
703487

ÅF-Infrastructure AB, Hallenborgs gata 4, Box 585 SE-201 25 Malmö
Telefon +46 10 505 00 00. Fax +46 10 505 38 01. Säte i Stockholm. www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103. VAT nr SE556185210301

**ÅF-Infrastructure AB****Brand & Risk**

BORLÄNGE – GÄVLE – GÖTEBORG
HELSINGBORG – LINKÖPING – LUND
MALMÖ – STOCKHOLM

DOKUMENTINFORMATION

OBJEKT/UPPDRAG	Riskutredning Källered köpstad
UPPDRAGSGIVARE	Möndals stad, stadsbyggnadskontoret
REFERENSPERSON	Johan Wiik
UPPDRAGSNUMMER	703487

UPPDRAGSANSVARIG	Anders Norén Civilingenjör i riskhantering & Brandingenjör anders.noren@afconsult.com	Telefon 010 – 505 51 49
HANDLÄGGARE	Anders Egilsson Civilingenjör i riskhantering & Brandingenjör anders.egilsson@afconsult.com	Telefon 010 – 505 73 82
INTERNKONTROLL	Jonathan Rosenqvist Brandingenjör	

DATUM	DOKUMENTSTATUS/VERSION
2015-02-13	Version A
2015-03-24	Version B
2015-12-04	Version C
2016-01-22	Version D



Sammanfattning

Som en del i planarbetet kring utbyggnaden av Kållerød Köpstad har denna utredning gjorts för att bedöma risknivån för området. Riskkällorna som har studerats är E6 och västkustbanan, som är väg respektive järnväg där farligt gods transporteras.

Ett antal möjliga olycksscenarioer har identifierats och dessa används för att beräkna riskmåten individrisk och samhällsrisk genom beräkning av frekvens och konsekvens för varje olycksscenario. Skyddsobjekt är personer som befinner sig inom byggnaderna på Kållerød Köpstad eller på tillhörande parkeringar. Konsekvenser definieras utifrån risk för dödsfall bland dessa personer till följd av olyckor vid farligt godslederna.

Den beräknade risknivån ligger på en acceptabel nivå utifrån riskacceptanskriterier från FÖP 99. Jämfört med relevanta riskacceptanskriterier från DNV är den beräknade risknivån i området sig huvudsakligen inom det så kallade ALARP-området. På grund av detta rekommenderas ett antal riskreducerande åtgärder som bedömts rimligt ur ett kostnad-nytta-perspektiv. De är dock inte en absolut förutsättning för att genomföra utbyggnaden utifrån något av de jämförda riskacceptanskriterierna. Olyckor som medför stora utsläpp av giftig gas har störst bidrag till risken. Dock fortfarande inom ALARP-området. Andra olyckor har enligt beräkningarna ett mindre betydande bidrag till risknivån. Förutsatt att de föreslagna åtgärderna värderas vid nybyggnation och att övriga handelsverksamheter inom detaljplanområdet inte förändras väsentligt bör detaljplanförslaget anses som godtagbart ur risksynpunkt.

Riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder är inte en absolut förutsättning för att kunna genomföra planen och värderas ur ett kostnad-nytta-perspektiv. Med tanke på att det är de olyckor som medför stora utsläpp av giftig gas som har störst bidrag till den absoluta risknivån bör i första hand eventuella resurser riktas mot att kontrollera ventilationen i byggnader inom skadeområdet genom dessa åtgärder:

- Luftintag/utblås bör förläggas bort från E6/västkustbanan.
- Det bör finnas möjlighet att manuellt isolera luftintag/utblås vid en olycka för att förhindra inträngning av giftiga gaser.
- Rutiner för att isolera ventilationen vid olyckor med farligt gods bör implementeras i fastighetsskötarens organisation.



Ytterligare möjligheter till riskreduktion utöver ovanstående fås genom att:

- Avbärräcke anpassat för tung trafik på motorväg kan uppföras för att reducera möjligheten för avåkande fordon att styra in på området. Detta gäller för de delar av sträckan där en fasad ligger inom 30 meter från E6.
- Hårdgjorda ytor inom detaljplanområdet (parkering etc.) bör ha avrinning/lutning för att undvika bildandet av pölar.
- Fasader riktade mot E6, där inte effektiv avrinning kan garanteras inom de närmaste 8 meterna från fasaden, bör anpassas så att de tål en värmestrålning av 15 kW/m^2 under minst 30 minuter utan brandspridning till byggnaden. Detta gäller för de fasader som är riktade mot E6 och ligger inom zonen 30-50 meter från E6.
- Byggnader inom planområdet bör utformas så att lokal kollaps inte leder till fortskridande ras.



Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	6
1.1	Bakgrund och mål.....	6
1.2	Metod.....	6
1.2.1	Disposition.....	7
1.2.2	Metodosäkerhet.....	7
1.2.3	Begreppslista.....	7
1.3	Avgränsningar.....	8
1.4	Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	8
2	OMRÅDESBESKRIVNING.....	10
2.1	Allmänt.....	10
2.2	Studerat objekt.....	10
2.3	Skyddsobjekt.....	11
2.4	Riskkällor.....	12
2.4.1	Transporter av farligt gods på Västkustbanan.....	15
2.4.2	Transporter av farligt gods på E6.....	17
3	RISKINVENTERING OCH GROVANALYS.....	18
3.1	Identifiering av risker för aktuellt område.....	18
3.1.1	Explosiva ämnen (Klass 1).....	18
3.1.2	Gaser (Klass 2).....	19
3.1.3	Brandfarlig vätska (Klass 3).....	20
3.1.4	Brandfarligt fast ämne (klass 4).....	21
3.1.5	Oxiderande ämne (klass 5).....	21
3.1.6	Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6).....	21
3.1.7	Radioaktiva ämnen (klass 7).....	21
3.1.8	Frätande ämnen (klass 8).....	22
3.1.9	Övriga farliga ämnen (Klass 9).....	22
3.2	Sammanfattning scenarion för vidare analys.....	22
4	SAMMANVÄGNING AV SANNOLIKHET OCH KONSEKVENNS.....	23
4.1	Individrisk.....	23
4.2	Samhällsrisk.....	23
4.3	Beräkning av sannolikhet och konsekvens.....	24
5	RISKVÄRDERING.....	25
5.1	DNVs kriterier för tolerabel risk.....	25
5.2	Riskacceptanskriterier i Göteborg.....	27
5.3	Områdets risk – beräkningsresultat och riskvärdering.....	28
5.3.1	Resultat individrisk.....	28
5.3.2	Resultat samhällsrisk.....	28
5.3.3	Resultatdiskussion.....	29



6	OSÄKERHET.....	31
6.1	Allmänt om osäkerhet.....	31
7	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER.....	32
8	SLUTSATS.....	33
9	REFERENSER.....	34



1 Inledning

1.1 Bakgrund och mål

Denna riskutredning är genomförd i syfte att utreda och analysera risknivån i samband med utbyggnaden av Källered köpstad. Anledningen till att en riskutredning anses behövas är närheten till E6 och västkustbanan.

Målet med riskutredningen är att skapa ett underlag som underlättar för beslutsfattare att ta beslut om analyserad etablering är tolerabel ur risksynpunkt eller inte.

Riskutredningen är sammanställd på uppdrag av Mölndals kommun.

1.2 Metod

Att genomföra en **riskutredning** innebär i sig flera olika delmoment. Först görs en **riskanalis** som inleds genom att *mål och avgränsningar* bestäms för den aktuella analysen. Också de principer för hur risken värderas slås fast. Därefter tar *riskinventeringen* vid, som syftar till att definiera de riskscenarier som är specifika för den studerade processen. Därefter görs en *sammanvägning av sannolikhet och konsekvensen* för de identifierade riskscenarierna, för att erhålla en uppfattning om risknivån.

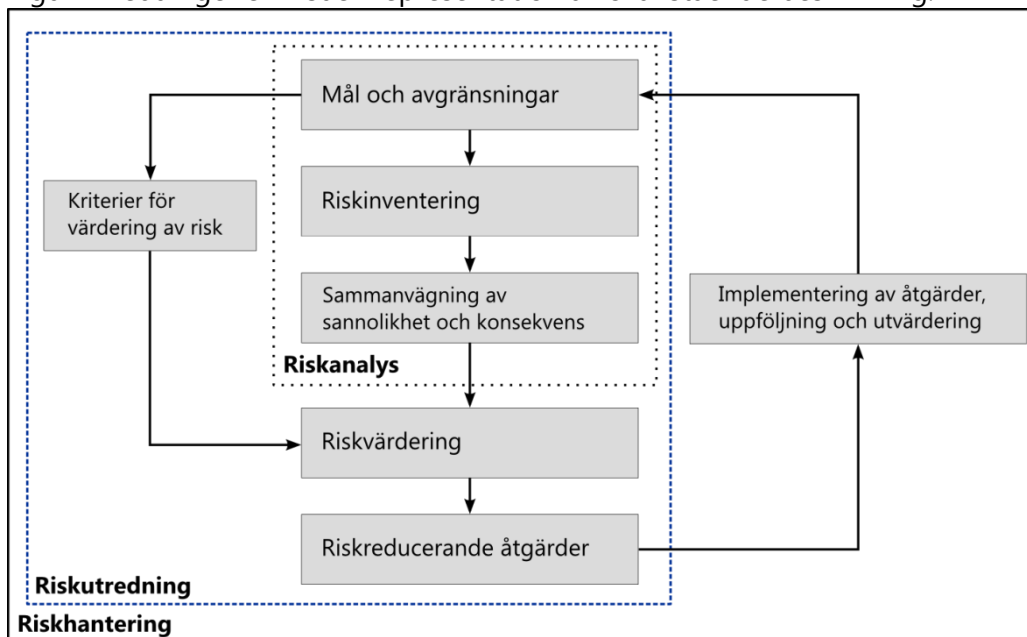
I *riskvärderingen* jämförs resultatet från riskanalysen med principer för hur risken skall värderas, för att komma fram till om risken är tolerabel eller ej. Slutsatser dras utifrån detta resultat om behovet av *riskreducerande åtgärder*.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala **riskhanteringsprocessen** där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande.

Metoden följer i stort de riktlinjer som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland tagit fram [1].



Figur 1 nedan ger en visuell representation av ovanstående beskrivning.



Figur 1. Illustration av riskhanteringsprocessen. Denna riskutredning innefattar det som är markerat med blå streckad linje.

1.2.1 Disposition

Rapportens rubriker följer i stort metoden ovan för en riskutredning. Skillnaderna är att mål och avgränsningar ligger som underrubriker till Kapitel 1 Inledning samt att den för riskinventeringen viktiga områdesbeskrivningen för tydlighetens skull har ett eget kapitel (Kapitel 2).

1.2.2 Metodosäkerhet

I alla riskutredningar av den här typen ingår osäkerheter, både vad det gäller använda modeller och deras avgränsningar, samt indata till dessa modeller. Metodiken är enligt praxis att osäkerheten i huvudsak hanteras genom användning av konservativa värden. Läs mer i kapitel 6.

Resultaten för denna analys bedöms som konservativa på grund av att de modeller som är praxis för skattning av frekvens för olycka, både på väg och på järnväg, är konservativa. Läs mer om detta i avsnitt 5.2.3 – Resultatdiskussion.

1.2.3 Begreppslista

- *Risk*: Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens. I denna utredning används två riskmått; Individrisk och Samhällrisk som båda visar risken genom sammanvägning av sannolikhet och konsekvens, men med lite olika perspektiv. Se kapitel 4.



- *LC50, LD50*: Förkortning för Lethal Concentration 50 % respektive Lethal Dose 50 %. Den genomsnittliga dosen/koncentrationen för dödsfall, d.v.s. där 50 % av de exponerade personerna dör inom en viss exponeringstid.
- *ADR/RID*: Regelverk och klassificering av farligt gods på väg respektive järnväg. Klassindelningen är densamma inom ADR och RID och det som används av regelverket i denna utredning.
- *ALARP*: Förkortning för "As Low As Reasonably Practicable". Risknivå där åtgärder skall göras för att minska risknivån så långt som det ger en rimlig nytta i förhållande till de resurser som riskreduktionen kräver.

1.3 Avgränsningar

De risker som har studerats är sådana som är förknippade med plötsligt inträffade händelser (olyckor) som har sitt ursprung i transporter av farligt gods. Enbart risker som kan innebära konsekvenser i form av personskada på personer inom den studerade delen av planområdet (IKEA med köpcentrum och övrig handel) beaktas. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering, materiella skador eller skador på personer och objekt utanför planområdet.

1.4 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Det generella kravet på riskanalyser i samhällsplaneringen har sin grund i Plan- och bygglagen (2010:900) och i vissa fall också Miljöbalken (1998:808).

Det anges dock inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har rekommendationer givits ut gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. I denna utredning har Länsstyrelsernas i Skåne, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen beaktats [1]. I denna anges att riskhanteringsprocessen ska beaktas i detaljplaneprocessen inom 150 meter från en transportled för farligt gods.

I lagstiftningen förekommer det inte några angivna skyddsavstånd från järnväg eller väg där farligt gods transporteras till bebyggelse. Däremot finns något mer specificerade riktlinjer för lämplig markanvändning utgivna av några av landets länsstyrelser och myndigheter.

Göteborg stad har följande riktlinjer gällande avstånd till väg ("A-leder") och järnvägar med transporter av farligt gods:



Tabell 1 Skyddsavstånd för olika typer av markanvändning enligt FÖP99 [2] .

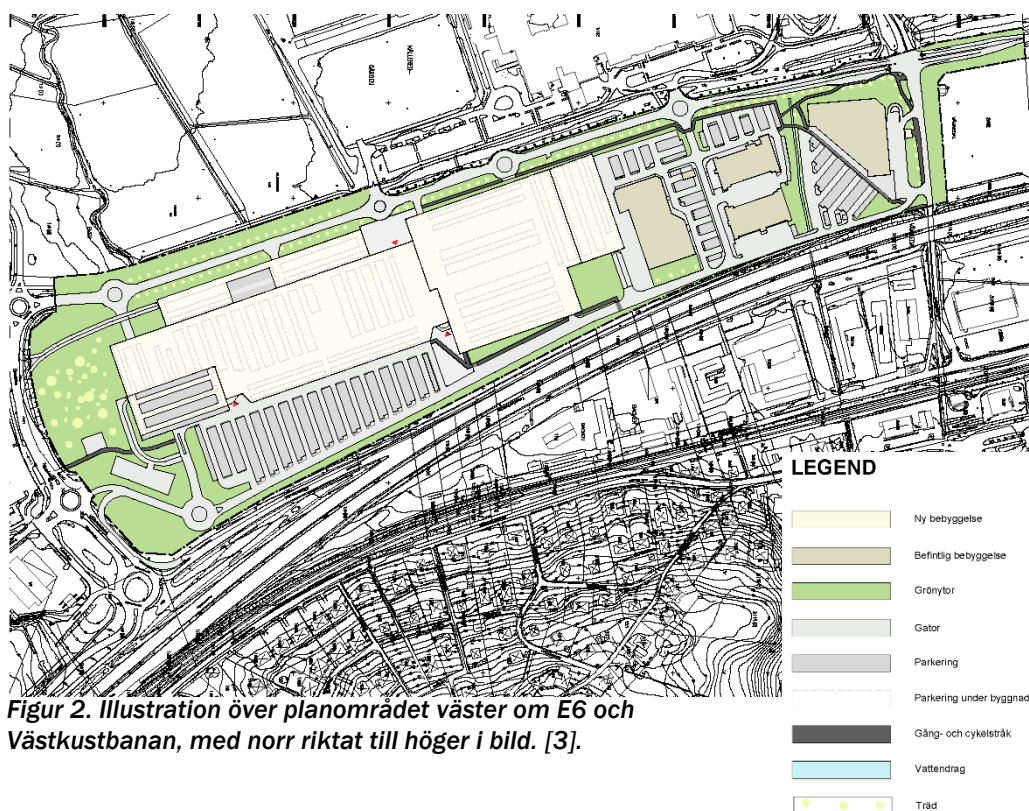
Markanvändning	Järnväg	Väg
Bebyggelsefritt	0-30 m	0-30 m
Kontor	Från 30 m	Från 50 m
Sammanhållen bostadsbebyggelse	Från 80 m	Från 100 m

Ovan angivna avstånd är generella rekommendationer för markanvändning utan vidare säkerhetshöjande åtgärder eller analyser. Avsteg från rekommendationerna kan ske efter analys av specifik information för aktuellt planområde och/eller riskanalys samt då lämpliga riskreducerande åtgärder vidtas.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Allmänt

Det studerade området är beläget väster om E6 i Källered strax söder om Mölndal. I dagsläget finns på området ett IKEA-varuhus, livsmedelsbutik samt övrig handel med elektronikprodukter, möbler och liknande med tillhörande parkeringsplatser. Efter om- och tillbyggnad kommer IKEA-byggnaden att utgöras av dels IKEA-varuhus i nytt läge och dels ett köpcentrum. Skissen nedan ger en översiktlig bild av utformningen.



Figur 2. Illustration över planområdet väster om E6 och Väst kustbanan, med norr riktat till höger i bild. [3].

2.2 Studerat objekt

Syftet med planen är till- och ombyggnation som resulterar i en sammanbyggd IKEA-köpcenterbyggnad med verksamhet i två plan. Byggnaden uppförs på pelare enligt skissen nedan med parkering under varuhuset.



Figur 3. Illustrationskarta över varuhusbyggnaden i profil [3].



Avståndet från västkustbanan är ca 100 m till områdets närmsta del och ca 140 m till den närmsta byggnadsdelen.

Avståndet från E6 är ca 12 m till området, som närmast E6 består av i huvudsak parkering. Fasader för nya byggnader inom planområdet ligger som närmast 30-40m till E6. Köpcenterdelens fasad ligger 85-110 m från E6. Mellan E6 och planområdet finns dike med viss vegetation. Planområdet ligger delvis något lägre i höjd än E6/E20.



Figur 4. Vegetation, dike samt stängsel i området närmast E6/E20.

2.3 Skyddsobjekt

Denna riskutredning fokuserar på personsäkerhet. Skyddsobjekt är personer som vistas inom det studerade området, både i och utanför byggnader.

Eftersom etableringen till stor del ligger inom 150 m från farligt gods-led konstateras att det är rimligt att beakta riskhanteringsprocessen.

Området kommer att bebyggas med handel och därför kommer människor framför allt att vistas där under dagtid. Persontätheten under olika tidpunkter har analyserats och redovisas i tabellen nedan. Persontätheten inomhus är satt efter dimensionerande personantal för köpcentrum enligt brandskyddshandboken [4] till 0,5 personer per kvadratmeter. Denna uppgift har i samråd med utvecklare av fastigheten använts för att bedöma relevant personantal som bedöms uppehålla sig i berörda byggnadsdelar. Bedömningar i övrigt grundar sig på erfarenheter från andra liknande etableringar [5].

Antalet personer som kan exponeras för olyckor inom området redovisas i tabell 2 för respektive del av planområdet vid olika tidpunkter.



Tabell 2. Skattningar på personantal på platser inom området fördelat på olika personbelastningar.

Plats	Högsta personantal (10 % av tiden)	Normalt personantal (50 % av tiden)	Lägsta personantal (40 % av tiden)
Parkering längs E6/E20	300	150	3
Parkering under byggnader	1250	625	15
Inomhus	25000	12500	25

2.4 Riskkällor

I denna riskutredning utgör Västkustbanan och Europaväg E6 riskkällor. På båda dessa transporteras farligt gods. Västkustbanan är tvåspårig i höjd med planområdet. E6 har två körbanor i vardera riktningen.

Utifrån uppgifter från SRV [6] har en analys gjorts i syfte att kartlägga antalet farligt godstransporter samt typ av gods och mängd per transport som passerar området. Detta är nödvändigt för att kunna beräkna konsekvenserna av olika olycksscenarioer och studera sannolikheten för olika scenarion.

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar, ADR/RID som tagits fram i internationell samverkan [7]. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transporterna ska ske, var dessa transporter får ske och hur godset ska vara emballerat och vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods, d.v.s. för att transport av farligt gods ej ska innebära farlig transport.

Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av de så kallade ADR/RID-systemen som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. För varje klass finns också ett antal underklasser som mer specifikt beskriver transporten. I tabell 3 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en grov beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid en olycka.

Alla dessa klasser transporteras dock inte på alla sträckor, varför transportflödena på aktuell sträcka analyseras vidare i nästa avsnitt.

**Tabell 3. Klasser av farligt gods med konsekvensbeskrivning [2] [8].**

Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning för liv och hälsa
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier etc.	Tryckpåverkan och brännskador. En stor mängd massexplosiva ämnen (Klass 1.1) kan ge skadeområden uppemot 200 m i radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus primärt pga. ras eller kollaps. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och kringflygande delar kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie [9].
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, kväveoxider etc.) brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och icke brännbara, giftiga gaser (klor, svaveldioxid, ammoniak etc.).	Indelas i underklasser där klass 2.1 Brännbara gaser kan ge brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av jetflamma, gasmolnexplosion eller BLEVE. Klass 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas förväntas inte ha några konsekvenser för liv och hälsa om ett läckage sker utomhus. För klass 2.3 Giftiga gaser kan ge omkomna både inomhus och utomhus till följd av giftiga gasmoln. Konsekvensområden för Klass 2.1 och 2.3 kan båda överstiga 100 meter.



3	Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel, industrikemikalier etc. Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekter eller giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 30 meter för brännskador. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Kräver normalt sett tillgång till vatten för att utgöra en brandrisk. Mängden brandfarlig gas som bildas står då i proportion till tillgången på vatten.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentration över 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (exempelvis bensin). Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor uppemot 150 m.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel, sjukhusavfall, kliniska restprodukter, sjukdomsalstrande mikroorganismer etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligtvis i små mängder.	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.



8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsas till olycksområdet [9]. Personskador kan dock uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

2.4.1 Transporter av farligt gods på Västkustbanan

I denna utredning har transporterade mängder farligt gods på Västkustbanan tagits från Räddningsverkets kartläggning av farligt godstransporter under september månad 2006 [6]. I presenterade intervaller för mängden transporterat gods har det högsta värdet antagits. Enligt SRV transporterades totalt 20 000-30 000 ton farligt gods under en månad.

Trafikverket har i sin prognos för godstransporter 2030 [10] bedömt att godstransporter på järnväg (i miljard tonkilometer) kommer att öka med ca 45 % i huvudscenariot. Enligt Trafikverkets rapport beror mer än hälften av tillväxten i transportarbete på den ökade malmbrytningen i norr vilket innebär att tillväxten i järnvägstrafiken i resten av Sverige ligger på en relativt låg nivå. Exkluderas malmbrytningen blir prognosen en ökning på 19 % för järnvägstrafiken i huvudscenariot. I denna utredning antas att transporter av farligt gods på järnväg ökar i samma utsträckning som övriga godstransporter, dvs. ca 20 % mellan år 2006 och 2030.

Varje farligt godsvagn antas transportera 45 ton farligt gods per vagn.

Tabell 4 redovisar beräknade transporter av farligt gods.



Tabell 4. Beräknade transportmängder av farligt gods på Västkustbanan fördelade på ADR-klasser.

Klass (ADR)	Kategori	Transporterad mängd per månad 2006 (ton)	Transporterad mängd per år 2030 (ton)	Antal FaGo-vagnar år 2030
1	Explosiva ämnen	0	0	0
2.1	Brandfarlig gas	5200	74800	1662
2.2	Icke giftig, icke brandfarlig gas	0	0	0
2.3	Giftig gas	2200	31600	702
3	Brandfarliga vätskor	8700	125300	2784
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, Självreaktiva ämnen och Okänsliggjorda explosivämnen	0	0	0
4.2	Självantända ämnen	0	0	0
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	0	0	0
5.1	Oxiderande ämnen	4600	66200	1471
5.2	Organiska peroxider	50	720	16
6.1	Giftiga ämnen	920	13200	293
6.2	Smittförande ämnen	-	-	-
7	Radioaktiva ämnen	-	-	-
8	Frätande ämnen	13600	195800	4351
9	Övriga farliga ämnen och föremål	1900	27300	607

Enligt dagliga grafer från Trafikverket för järnvägstrafiken [11] går ca 25 godståg per dygn på Västkustbanan. Det motsvarar 9125 godståg per år (2012). Med den prognostiserade ökningen av järnvägstrafiken (20 % ökning mellan 2006 och 2030) motsvarar det med procentuellt jämn årlig ökning ca 10400 godståg under 2030. Det totala antalet transporterade vagnar 2030 beräknas i tabellen ovan bli 11884 stycken.



2.4.2 Transporter av farligt gods på E6

Trafikverket har i sin prognos för godstransporter 2030 [10] bedömt att godstransporter på väg (i miljard tonkilometer) kommer att öka med ca 53 % exklusive ökningen av malmbrytning i Norrland. I denna utredning antas att transporter av farligt gods på väg ökar i samma utsträckning som övriga godstransporter, dvs. ca 50 % mellan år 2006 och 2030.

Av tabell 5 framgår mängden transporterat gods och antalet transporter av de olika klasserna som passerar det studerade området [6]. Vid uppgifter om intervall har högsta värdet antagits, vilket kan anses vara konservativt. För ADR klass 1 har istället ett rimligt värde för dagens nivå uppskattats. Vid omräkning av transporterad mängd till antalet transporter antas medellasten vara 15 ton. För ADR klass 1 antas medellasten vara 5 ton.

Tabell 5. Beräknade mängder av transporterat farligt gods på E6 fördelat på ADR-klasser.

Klass (ADR)	Kategori	Transporterad mängd per månad 2006 (ton)	Transporterad mängd per år 2030 (ton)	Antal FaGo-transporter år 2030
1	Explosiva ämnen	<70	<400	80
2.1	Brandfarlig gas	1800	32400	2160
2.2	Icke giftig, icke brandfarlig gas	4400	79200	5280
2.3	Giftig gas	25	450	30
3	Brandfarliga vätskor	33000	594000	39600
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, Självreaktiva ämnen och Okänsliggjorda explosivämnen	1360	24480	1632
4.2	Självantända ämnen	40	720	48
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	90	1620	108
5.1	Oxiderande ämnen	490	8820	588
5.2	Organiska peroxider	2	36	2,4
6.1	Giftiga ämnen	170	3060	204
6.2	Smittförande ämnen	140	2520	168
7	Radioaktiva ämnen	49 (Kollin)	882 (kollin)	882 (kollin)
8	Frätande ämnen	11600	208800	13920



9	Övriga farliga ämnen och föremål	11500	207000	13800
---	----------------------------------	-------	--------	-------

3 Riskinventering och grovanalys

3.1 Identifiering av risker för aktuellt område

För att avgöra vilka riskscenarion som bör studeras i detalj vägs informationen om de olika farligt gods-klassernas egenskaper i avsnitt 3.1 ihop med flödesstatistiken i avsnitt 3.2. Nedan går resonemanget igenom om beslut för vidare analys klass för klass samt för övriga identifierade risker.

3.1.1 Explosiva ämnen (Klass 1)

Enligt statistikuppgifterna som diskuteras tidigare förekommer det inga transporter av explosiva varor på järnvägen och uppskattningsvis maximalt 400 ton per år på E6.

Inom kategorin explosiva ämnen/varor är det primärt underklass 1.1 som utgörs av massexplosiva ämnen som har ett skadeområde på människor större än ett 10-tal meter. Exempel på sådana varor är sprängämnen, krut mm. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion härrör dels till direkta tryckskador men även värmestrålning samt indirekta skador som följd av sammanstörtade byggnader är troliga. Skadorna vid påverkan på varor av klass 1.2 till 1.6 ger inte samma effekt utan rör sig mer om splitter eller dyl. som flyger iväg från olycksplatsen. Fasader utgör då visst skydd jämfört med en parkering i markplan.

Ämnen i klass 1.1 delas i sin tur in i ytterligare underklasser, klass 1.1A och 1.1B, där klass 1.1A utgör de mest reaktiva ämnena, själva tändämnena. Klass 1.1A får endast transporteras i mängder om 6,25 kg till 18,75 kg, beroende på klassning av förpackning och fordon, varpå skadeområdet begränsas. Övriga ämnen inom underklass 1.1 får transporteras upp till 16 000 kg, förutsatt att fordonet håller högsta fordonsklass (EX/III) enligt regler för transport av farligt gods på väg [12]. Fordon av denna klass har en lång rad barriärer som motverkar olyckor med fordonet, brand i fordon och spridning av brand till last varför sannolikheten för detonation minskar ytterligare.

Eftersom mängden transporter i klass 1 sammantaget är så liten samt strängt regelverk för transporter blir olycksfrekvensen väldigt låg. Med hänsyn till detta konstateras att bidraget till risken i samband med farligt gods-transporter med denna klass är försumbar. Scenariot olycka med klass 1 på E6 studeras dock vidare.



3.1.2 Gaser (Klass 2)

Enligt statistikuppgifterna som diskuteras tidigare förekommer det transporter brandfarliga och giftiga gaser både på Västkustbanan och E6.

Kondenserad brandfarlig gas (Klass 2.1)

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på kondenserad brandfarlig gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

Jetbrand:

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken [9].

Gasmolnsbrand:

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en *gasmolnsbrand* med diffusionsförbränning [9].

Gasmolnsexplosion:

Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnsexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. En gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, dvs där flamfronten går betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än detonation. En gasmolnsexplosion kan både medföra skador av värmestrålning och skador av tryckvågen [9].

BLEVE:

BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändningen bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse skall kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta



kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Det bedöms som motiverat att ytterligare analysera dessa olyckstyper.

Kondenserad giftig gas (klass 2.3)

Läckage av kondenserad giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas driver mot planområdet och kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Det bedöms därför motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp. De tre mest frekvent transporterade gaserna är ammoniak, klorgas och svaveldioxid.

Ammoniak:

Generellt är ammoniak tyngre än luft varför spridning av gasen sker längs marken. Giftig kondenserad gas kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Ammoniak har ett IDLH (Immediately Dangerous of Life or Health) på 300 ppm.

Svaveldioxid

Även svaveldioxid är en giftig tung gas som vid ett utsläpp kan ha ett riskområde om flera hundra meter. Gasen har ett IDLH på 100 ppm.

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Den kan sprida sig långt likt gaserna ovan och har ett IDLH på 10 ppm.

Det anses motiverat att vidare studera scenarier inom klass 2.3.

3.1.3 Brandfarlig vätska (Klass 3)

Brandfarlig vätska transporteras på Västkustbanan och E6.

En möjlig olycka med brandfarlig vätska är ett spill som bildar en pöl som senare antänds. Sannolikheten för en brand i diesel bedöms vara avsevärt lägre än för bensin som är mer lättantändligt.

En större pölbrand som antänds direkt kan ha ett konsekvensområde på ca 30 m [13]. Avståndet till planområdet är generellt ca 12 m från E6, där området närmast i huvudsak består av parkering. Ett hörn av IKEA-varuhuset ligger ca 30 meter från vägen. Pölbränder har av erfarenhet inte ett konsekvensområde som har betydande påverkan in på planområdet. Men då planområdet har föreslagna byggnader som ligger nära marginalen av en pölbrands



konsekvensområde kan det förekomma bidrag till individrisken där. Scenariot olycka med brandfarlig vätska studeras därmed vidare.

3.1.4 Brandfarligt fast ämne (klass 4)

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen (ferrokisel, vit fosfor m.fl.) skall leda till brandrisk krävs att det t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Risken utgörs av strålningspåverkan i samband med antändning av brandfarlig gas. Eftersom en sådan brand begränsas till olycksplatsen och strålningsnivåerna endast är farliga för människor i närheten av branden, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera risken i samband med olyckor med dessa typer av farligt gods.

3.1.5 Oxiderande ämne (klass 5)

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen orsaka en häftig brand. Vid kontakt med vissa metaller kan det sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand.

Teoretiskt kan vissa explosionsfarliga blandningar uppstå under vissa omständigheter. Sannolikheten för att ett scenario med risk för personskada uppkommer även om en olycka med klass 5 sker är dock mycket låg på grund av en kombination av läckage av olika typer av farliga ämnen behöver ske, se tabell 3. Teoretiskt kan en olycka med klass 5 orsaka de två principiella olyckorna brand och explosion, varför dessa studeras vidare.

3.1.6 Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6)

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på dessa ämnen. För att människor skall utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs att man kommer i fysisk kontakt med dem eller förtäring. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.1.7 Radioaktiva ämnen (klass 7)

Mängden radioaktiva ämnen som transporteras per väg bedöms vara mycket liten. Därtill är transportförutsättningarna sådana att det kan antas vara osannolikt att en olycka leder till spridning av godset. Därför bedöms bidraget till risken vara försumbar och det är inte motiverat att ytterligare analysera risk för dessa transporter.



3.1.8 Frätande ämnen (klass 8)

Olyckan med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra, NaCl m.fl.) ger endast påverkan lokalt vid olycksplatsen då skador endast uppkommer om personer får ämnet på huden. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.1.9 Övriga farliga ämnen (Klass 9)

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material eller airbags. Konsekvenserna bedöms inte bli sådana att personer inom planområdet påverkas, eftersom en spridning inte förväntas. Det bedöms därför inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp.

3.2 Sammanfattning scenarion för vidare analys

Riskidentifieringen visar att följande olycksrisker behöver studeras vidare i en fördjupad analys:

- Explosiva ämnen (klass 1) (Explosion)
- Brandfarlig gas (klass 2.1) (Explosion/gasmolnsbrand, Jetflamma och BLEVE)
- Giftig gas (klass 2.3) (Giftigt gasmoln)
- Brandfarliga vätskor (klass 3) (pölbrand)
- Oxiderande ämnen (klass 5) (Brand och explosion)

I bilaga A, B och C redogörs för sannolikhets- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion.



4 Sammanvägning av sannolikhet och konsekvens

Inom samhällsplaneringen är det främst två metoder som används för sammanvägning av sannolikhet (i form av relativ frekvens) och konsekvens. Beskrivning av dessa följer nedan.

4.1 Individrisk

Individrisken visar risken för en individ på olika avstånd från riskkällan. Detta görs genom att sannolikheten beräknas för att en hypotetisk person som står ett år på ett visst avstånd från riskkällan avlider. Ingen hänsyn tas till mängden personer som förväntas befinna sig på dessa avstånd.

Individrisken (IR) i punkten x, y beräknas enligt:

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^n IR_{x,y,i} \quad (a) \quad \text{formel 1 a, b}$$
$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot p_{f,i} \quad (b)$$

Där f_i är den frekvensen (per år) för scenario i och $p_{f,i}$ är sannolikheten att individen i studerad punkt avlider av scenario i . $p_{f,i}$ antas, till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför det beräknade konsekvensområdet. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika platser inom ett område kan individriskkonturer ritas upp.

4.2 Samhällsrisk

Samhällsriskens beräknas för att studera riskens inverkan på samhället. Den tar hänsyn till hur många människor som kan drabbas av ett visst utfall.

Samhällsriskens beräknas enligt formel 2 nedan.

$$N = \sum_{x,y} P_{x,y} \cdot p_{f,i} \quad \text{formel 2}$$

N_i står för antalet människor som avlider på grund av det studerade scenariot i . $P_{x,y}$ är antalet personer i punkten x, y och $p_{f,i}$ definieras enligt individrisken ovan.



Samhällsriskerna redovisas normalt i F/N-kurvor. Där antalet dödsfall (N) plottas mot frekvensen (per år) för de scenarior där N eller fler människor avlider. Detta benämns F_N och beräknas enligt nedan.

$$F_N = \sum_i f_i \text{ för alla sluthändelser } i \text{ för vilka } N_i \geq N \quad \text{formel 3}$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelse i och N_i är antalet beräknade dödsfall för scenario i . Analysområdet för samhällsriskerna sätts till området mellan E6 och Ekenleden bakom planområdet. Områdets sträckning sätts till 1km längs med E6. Alla förändringar för köpcentret samt befintlig handel norr om IKEA rymms inom detta område.

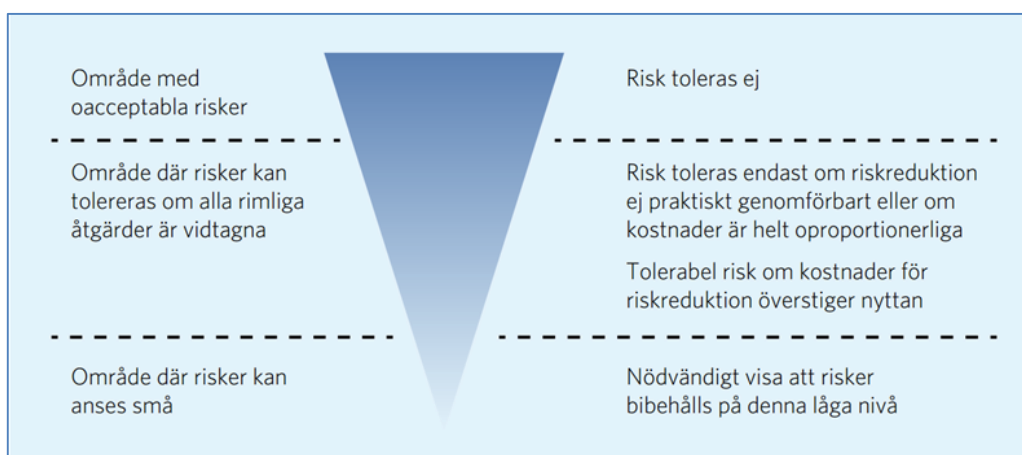
4.3 Beräkning av sannolikhet och konsekvens

Beräkningarna för de parametrar som behövs till individrisk- och samhällsriskberäkning enligt ovan utförs i Bilaga A - Frekvensberäkningar, och Bilaga C - Konsekvensberäkningar. Resultatet presenteras i avsnitt 5.2.

5 Riskvärdering

5.1 DNVs kriterier för tolerabel risk

Det finns i Sverige inget nationellt beslut över vilka kriterier som skall tillämpas vid riskvärdering inom samhällsbyggnadsprocessen. Det Norske Veritas har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram förslag på riskkriterier gällande individ- och samhällsrisk som kan användas vid riskvärdering [14]. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med given konsekvens skall inträffa. Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan vara acceptabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla, se figur 5 nedan.



Figur 5. Principiella kriterier för riskvärdering [14].

Följande förslag till tolkning rekommenderas [14].

- De risker som hamnar inom område med oacceptabla risker värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas.
- Området i mitten kallas ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). De risker som hamnar inom detta område värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnad-nytta-analys.
- De risker som hamnar inom område där risker kan anses små värderas som acceptabla. Dock skall möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder som med



hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra skall genomföras.

För individrisk föreslår Räddningsverket [14] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: 10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslår Räddningsverket [14] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:
 $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små:
 $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Samhällsriskens frekvenskriterier är definierade som antal olyckor per kilometer och år som påverkar båda sidor av en linjekälla som exempelvis en farligt gods led. Studeras en kortare eller längre sträcka och/eller endast ledens bidrag till samhällsrisk på ena sidan skall alltså frekvenskriterierna skalas om. Detta har gjorts i beräkningarna för figurer avseende samhällsrisk. Eftersom endast ena sidan av E6 och västkustbanan beaktas medan den bedömda sträckan är 1 km så halveras samhällsriskens frekvenskriterier. Detta innebär att för $N=1$ död är frekvenskriteriet $5 \cdot 10^{-5}$ för den övre gränsen i ALARP-området respektive $5 \cdot 10^{-7}$ för den undre gränsen efter omskalning. Lutningen på FN-kurvan är fortsatt -1.



5.2 Riskacceptanskriterier i Göteborg

Riskacceptanskriterier i form av samhällsrisik för farligt gods i Göteborg finns föreslagna i FÖP 99 [2]. Föreslagna kriterier för riskvärdering enligt FÖP 99 utgår från ett typområde som sträcker sig 2 km på ömse sidor om en transportled i 200 meter breda zoner på vardera sidna. Typområdet antas rymma 25000 arbetsplatser om det utnyttjas för kontor eller 12000 boende om det utnyttjas för bostäder. Enligt resonemang i FÖP 99 kan ett visst antal olyckor vara acceptabla inom typområdet. Då aktuellt planområde innefattar verksamhet där personer vistas företrädesvis dagtid och är i vakettillstånd är värden för arbetsplatser lämpligast att använda. Toleransen för typområdet i FÖP 99 anges i ett olycksintervall för 10 respektive 100 dödade som kan ses som gränsen för vad som är acceptabelt. Toleransen för typområdet är det som visas i tabell 6.

Tabell 6. Tolerans för olyckor med 10 respektive 100 omkomna för typområde enligt FÖP 99.

Antal omkomna	Olycksintervall i år
10	2 300 – 23 000
100	230 000 – 2 300 000

Toleransen för olyckor i FÖP99 har en aversion mot större olyckor, dvs. värderar olyckor med fler döda som mer allvarliga per omkommen individ än för olyckor med färre antal döda. Detta för att samhällskostnaden blir proportionerligt större per omkommen individ för olyckor med fler antal döda. För antal döda färre än 10 värderas varje förlorat människoliv likvärdigt utan aversion.

Det studerade områdets sträckning är endast ca 800 m och endast på ena sidan av transportleden, således är det rimligt att toleransen skalas om för att ge motsvarande nivå av risk som hos typområdet. Studerat område utgör endast 40 % av sträckan i typområdet (800m / 2000m), samt är på endast en sida av transportleden vilket ger att antal olyckor i planområdet bör tolereras 5 gånger mer sällan. Uttryckt i antal olyckor per år ger detta värden enligt Tabell 7.

Tabell 7. Tolerans för olyckor enligt FÖP99, justerade för planområdet. Värden för 1 respektive 1000 döda är extrapolerade i enlighet med toleranskriterierna från FÖP för stora respektive mindre olyckor.

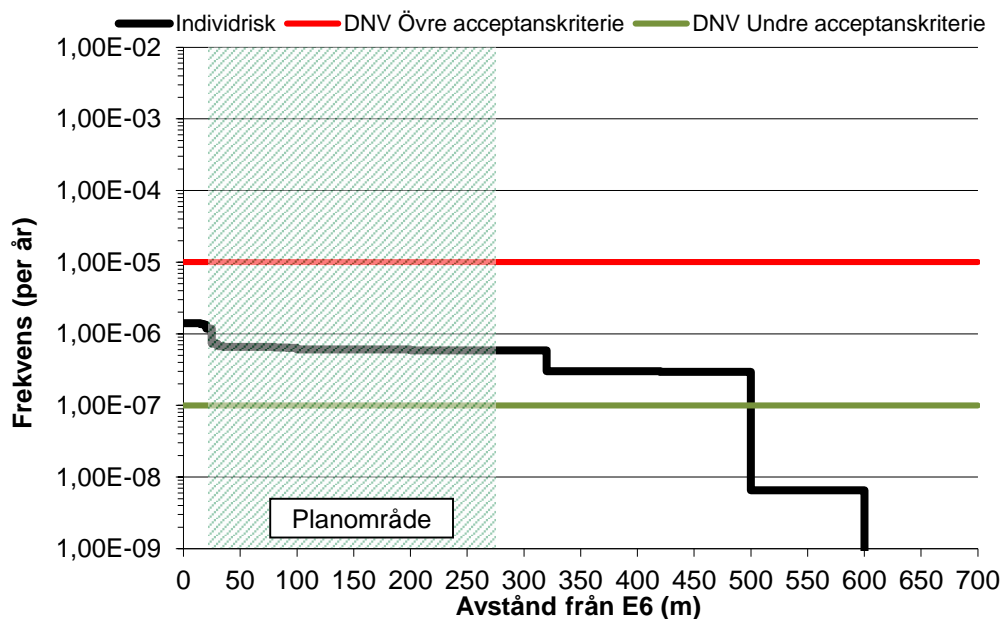
Antal omkomna	Årlig olycksfrekvens
1	$8,7 \cdot 10^{-3}$ - $8,7 \cdot 10^{-4}$
10	$8,7 \cdot 10^{-4}$ - $8,7 \cdot 10^{-5}$
100	$8,7 \cdot 10^{-6}$ - $8,7 \cdot 10^{-7}$
1000	$8,7 \cdot 10^{-8}$ - $8,7 \cdot 10^{-9}$



5.3 Områdets risk – beräkningsresultat och riskvärdering

5.3.1 Resultat individrisk

Resultatet för individriskberäkningarna summeras ihop för Västkustbanan och E6 och visas i form av individriskkurva i figur 6 nedan.



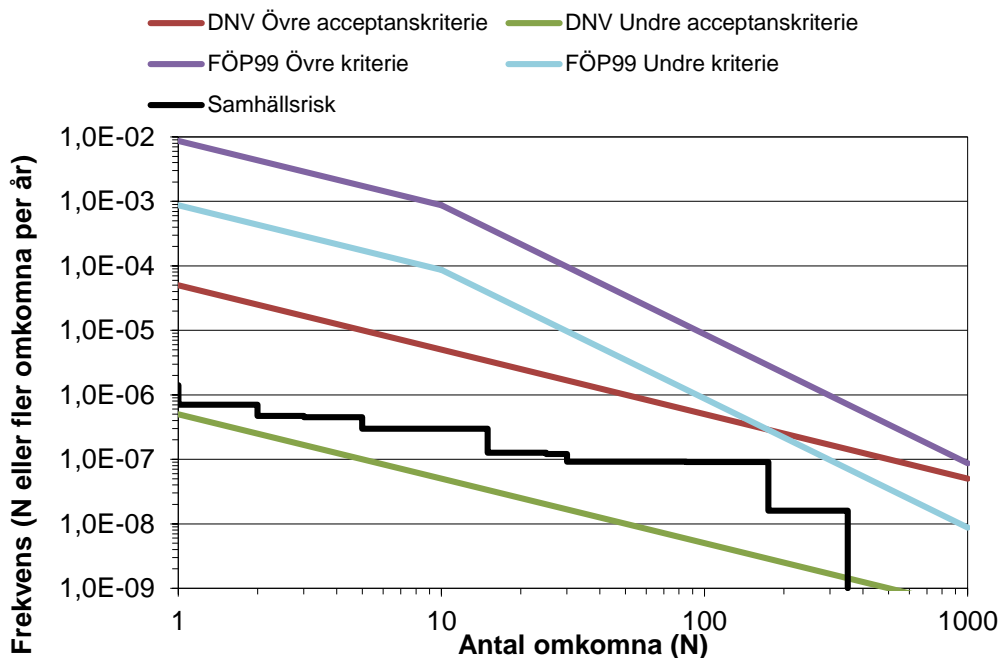
Figur 6. Individriskkurva för aktuellt område med bidrag från E6 och Västkustbanan. Observera att det endast är risken för planområdet som har analyserats i detalj inom ramen för riskutredningen. Nära noll meter ifrån E6 finns andra olyckstyper som i praktiken höjer individrisken något i området mellan E6 och planområdet

5.3.2 Resultat samhällsrisk

Tabellen nedan sammanfattar konsekvenser vid de olika händelser som har studerats och frekvensen för N eller fler döda.



Samhällsrisk för aktuellt område i relation till riskacceptkriterierna visas i figur 7.



Figur 7. Samhällsrisk för aktuellt område tillsammans med omskalade riskacceptanskriterier från DNV respektive FÖP99.

Samhällsrisk för aktuellt område tillsammans med omskalade riskacceptanskriterier. Röd linje visar det övre kriteriet i ALARP-området och grön linje visar den undre.

5.3.3 Resultatdiskussion

I förhållande till acceptanskriterier enligt FÖP 99 ligger risknivån väl under acceptabel gräns.

Inom ramen för DNVs riskacceptanskriterier ligger dock risknivån inom ALARP-området både med avseende på individrisk och på samhällsrisk men väl under acceptabel gräns. Närmast oacceptabel gräns är samhällsrisk för stora olyckor. Stora läckage av giftig gas driver samhällsrisk upp mot övre delen av ALARP-området i den högra änden av FN-kurvan i figur 7, varför ALARP-principen medför att åtgärder särskilt bör värderas för dessa olyckor (giftiga gaser), se kapitel 7 om riskreducerande åtgärder.

Resultaten bedöms som konservativa eftersom de metoder som är praxis för att skatta frekvens av olycka både för järnväg och väg är konservativa. Vid uppräknigen av godstrafiken till 2030 har det inte tagits hänsyn till utvecklingen av säkrare fordon, där trenden är att fler säkerhetssystem såsom



autobroms, progressiv farthållare och liknande blir standard i nya fordon. Skattningen av urspåret tåg som fraktar farligt gods har med modellen blivit att det sker en gång per 133 år på sträckan. Med andra ord skulle det ske årligen på en sträcka av 133 km vilket uppenbarligen inte stämmer med verkligheten.

Modellerna som har använts för att skatta dessa parametrar är dock praxis och bedöms som de mest relevanta i dagsläget.



6 Osäkerhet

6.1 Allmänt om osäkerhet

En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter i alla led. I allt från indata till den tidiga riskidentifieringen och till konsekvens- och frekvensberäkningar. Även själva beräkningsmodellerna, och deras avgränsningar, har också de i sig stora osäkerheter.

Man brukar skilja på två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Kunskapsosäkerheten handlar om att inte tillräcklig information finns tillgänglig. Denna kan i teorin elimineras med ytterligare mätningar/information. Exempel på detta är flödesdata. Stokastisk variation går dock inte att eliminera utan handlar om naturlig variabilitet, exempel på detta är exempelvis vindhastigheter och riktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter, men framförallt kunskapsosäkerhet.

Man kan i teorin hålla isär de olika typerna av osäkerhet och hantera osäkerheten explicit på ett sätt som gör att osäkerheten i slutresultatet kan redovisas, samt vilka parametrar som påverkar slutresultatet mest. Detta är dock mycket arbetskrävande både rent metodmässigt, men också för att ännu mer information då krävs om hur stora osäkerheterna för indata och modellparametrar är. Information är i många fall väldigt svår att få tag i och därför kan det vara bättre ur ett kostnad-nytta perspektiv att hantera osäkerheten genom att genomgående ansätta konservativa värden. Detta ger ett kostnadseffektivt sätt att hantera osäkerheten i en utredningssituation, men har nackdelen att resultatet kan bli mycket konservativt, vilket istället kan göra de riskreducerande åtgärderna onödigt omfattande och dyra. Varje vald konservativ parameter fortplantas och gör resultatet än mer konservativt.



7 Riskreducerande åtgärder

Eftersom risknivåerna för det studerade området hamnar inom ALARP-området utifrån DNVs riskacceptanskriterier anses det rimligt att värdera riskreducerande åtgärder för att kunna genomföra planförslaget. Utifrån riskacceptanskriterier FÖP 99 är dock risknivån redan på en acceptabel nivå.

Den olyckstyp som driver samhällsriskerna närmast den oacceptabla gränsen är stora utsläpp av giftig gas. För att få möjlighet att kontrollera och begränsa konsekvenserna av ett stort gasutsläpp kan ventilationen i de byggnader som ligger innanför skadeområdet ses över. Detta kan åtminstone begränsa konsekvensen för personer som befinner sig inomhus. Luftintag/utblås kan med fördel förläggas bort från E6 och västkustbanan, samt ha möjlighet att manuellt stänga luftintagen vid en olycka genom att nödstoppa ventilationsfläkt. Denna ventilationskontroll bör implementeras i fastighetsskötarens organisation. Ovanstående åtgärder bedöms som de mest effektiva i förhållande till kostnad och komplexiteten att införa dem. Därför ska de i enlighet med ALARP-principen vara de första åtgärderna som implementeras då man ägnar resurser till att sänka risknivån i planområdet.

Möjligheten till att eventuellt sänka risknivån ytterligare efter åtgärder för ventilationskontroll är infört, är att motverka effekten av pölbränder. För att åstadkomma detta kan marken på hårdgjorda ytor närmast vägen anpassas för avrinning till dike eller brunn, för att motverka bildandet av pölar. Marken i området är sättningkänslig, vilket i praktiken gör det svårare att hålla möjligheterna till avrinning över lång tid.

För att säkerställa att nya byggnader inom planområdet inte påverkas av värmestrålning från pölbränder på ett oacceptabelt sätt, bör fasader närmast E6 anpassas för att tåla en värmestrålning av 15^1 kW/m² under minst 30 minuter, där det inte genom avrinning kan garanteras att eventuella pölar hålls minst 8 meter² ifrån aktuell fasad. Detta gäller för fasad som är riktad mot E6 i zonen 30-50 meter från vägen.

För att reducera möjligheten för avåkande tunga fordon att styra in på området kan ett avbärräcke av motorvägsstandard sättas upp. Detta säkerställer även att olyckan stannar på vägen.

Vidare bör byggnader inom planområdet utformas så att lokal kollaps inte leder till fortskridande ras.

¹ Valt utifrån jämförelse med boverkets allmänna råd om godtagbar exponering för strålningsnivå mot närliggande byggnad [24].

² Valt utifrån jämförelse med boverkets allmänna råd om tillfredsställande skydd mot brandspridning mellan byggnader.



8 Slutsats

Beräkningarna visar att risknivån för planområdet är acceptabel utifrån riskacceptkriterier från FÖP99.

Risken i samband med det analyserade detaljplanförslaget ligger även väl under DNVs kriterier för acceptabel risk både med avseende på individrisk och på samhällsrisk. Båda riskmåten ligger dock en bit in på ALARP-området, vilket innebär att riskreducerande åtgärder som kan genomföras till en rimlig kostnad i förhållande till riskreduktionen rekommenderas. Effektivast riskreducerande åtgärder är de som begränsar konsekvenserna vid giftiga gasutsläpp, då dessa har störst bidrag till samhällsrisken. Bidraget från pölbränder, olyckor med explosiva ämnen samt gasolnsexplosioner är små.

De riskreducerande åtgärder som föreslås är lämpliga för nya byggnader inom området.

Utöver detta utgör inte riskhänsyn något skäl för att utbyggnad inte ska kunna ske enligt planförslaget.



9 Referenser

- [1] "Riskhantering i detaljplaneprocessen," Länsstyrelsen i Stockholm, Skåne och Västra Götaland, 2006.
- [2] "Fördjupad översiktsplan för sektorn transporter med farligt gods," Göteborgs stad, Göteborg, 1999.
- [3] *IKEA Kållerød Location on Site Alt A*, Inter IKEA Systems, 2014.
- [4] Brandskyddshandboken, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2005.
- [5] H. Bodenmalm och N. Ramström, Interviewees, [Intervju]. 2 February 2015.
- [6] "Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006," Statens Räddningsverk (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), 2006.
- [7] "RID-S 2013 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om farligt gods på järnväg (MSFBFS 2012:7)," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2012.
- [8] "Handbok för riskanalys," Statens Räddningsverk, Karlstad, 2003.
- [9] "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [10] "Prognos för godstransporter 2030 - Trafikverkets basprognos 2014: Publikationsnummer 2014:066," Trafikverket.
- [11] Trafikverket, "Trafikverket, tågplan," 2012.
- [12] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (MSB), "Transport av farligt gods, Väg och järnväg," 2011. [Online].
- [13] Länsstyrelsen i Skåne, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, RIKTSAM," Länsstyrelsen i Skåne, 2007.
- [14] "Värdering av Risk," Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [15] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [16] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [17] "Farligt Gods - Riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [18] Trafikverket, "Trafik på väg i rätt tid," 2014. [Online]. Available: <http://www.trafikverket.se/Om-Trafikverket/Trafikverket/Manatlig-trafikrapport/Transport-pa-vag-i-ratt-tid/>. [Använd 28 January 2015].
- [19] "Prognos för personresor 2030 - Trafikverkets basprognos 2014. Publikationsnummer 2014:071," Trafikverket.



- [20] HMSO, *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [21] H. Alexandersson, "Vindstatistik för Sverige 1961-2004," SMHI meteorologi, 2006.
- [22] "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [23] TNO, *Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book"*, The Hague, 2005.
- [24] Boverket, "BFS 2013:12 - BBRAD 3 Boverkets ändring av verkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd".
- [25] "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis," Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineer, New York, 1989.
- [26] E. Sparre, "Urspårningar, kollisioner och bränder på svenska järnvägar mellan åren 1985 och 1995," University of Lund and Lund Institute of Technology, Department of Mathematical Statistics, Lund, 1996.
- [27] C. Oscarsson, *Kartläggning av farligt godstransporter*, Räddningsverket, 2006.
- [28] SIKA, "Prognoser för person och godstransporter 2020. SIKA Rapport 2005:10," SIKA, 2000.
- [29] SIKA/SCB, "Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar 2000-2007," SIKA/SCB, 2007.



Bilaga A – Frekvensberäkningar

Denna bilaga innehåller frekvensberäkningar för de händelser som tidigare definierats och identifierats för godstrafik och som kan leda till utsläpp av farligt gods som påverkar omgivningen.

A1 – Olycka på Västkustbanan med farligt gods för respektive klass

Frekvensen för en urspårning av ett tåg på aktuell sträcka beräknas genom Banverkets "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen" [15]. Modellen bygger på verksamhetens art (W), vilken bestäms utifrån indata gällande undersökt sträcka, samt felintensiteter (ξ) för de olika verksamheterna.

Tabell 8 nedan visar de värden som har ansatts som indata.

Tabell 8. Indata för frekvensberäkning av olyckor på järnväg.

Indataparameter	
studerad längd (km)	1,0
spårklass	klass B
antal godståg/år	10400
antal FG-vagnar per år	11884
andel FG-vagnar med 2 axlar	0,03
andel FG-vagnar med 4 axlar	0,97
vagnaxelkilometer	46823
tågkilometer	10400

Förväntade antalet urspårningar beskrivs som: $F(\text{olycka}) = W \times \xi$

I tabellen nedan listas de olyckstyper som bedöms vara aktuella för aktuell sträcka samt olyckstypernas beroendefaktor och intensitetsfaktor enligt modellen. Kolumnerna under Frekvens olyckstyp beräknas utifrån indata enligt ovan multiplicerat med felintensiteten ξ .

Tabell 9. Relevanta olyckstyper som leder till urspårning.

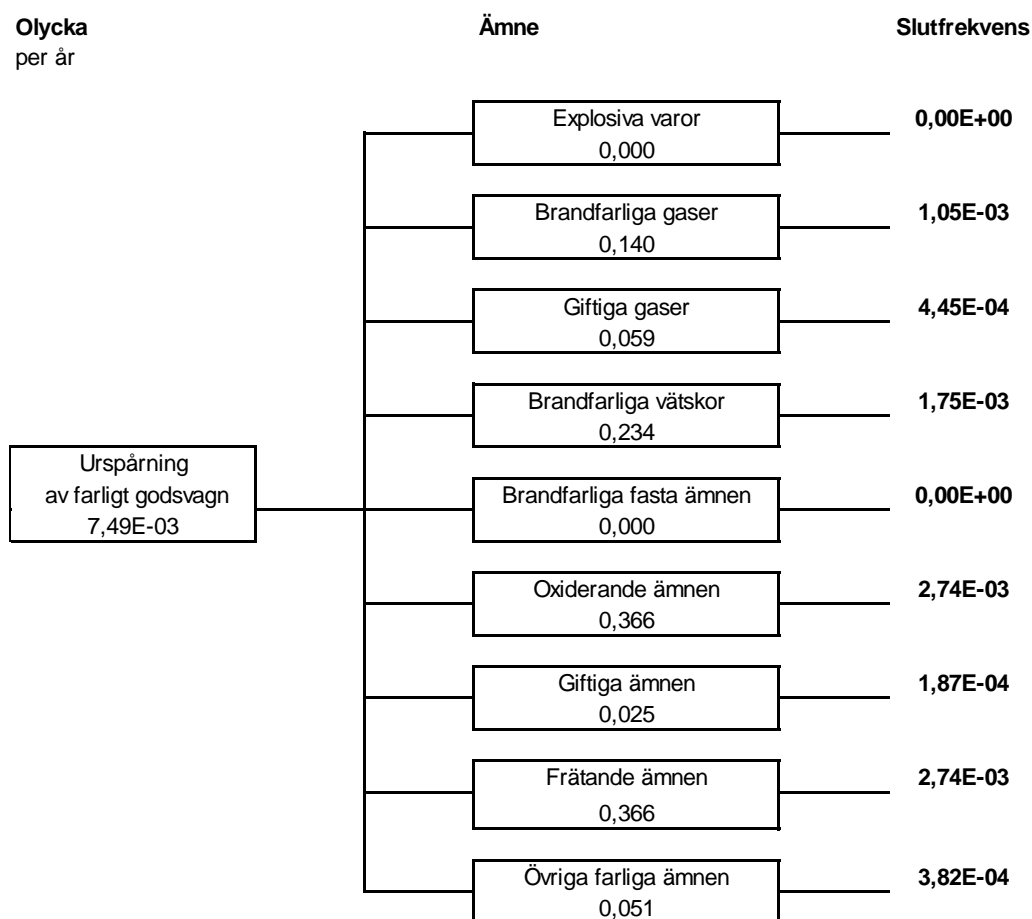
Olyckstyp	Beroendefaktor	Felintensitet	Frekvens olyckstyp
Rälsbrott	vagnaxelkm	1,0E-10	4,7E-06
Solkurva	spårkm	2,0E-04	2,0E-04
Spårlägesfel	vagnaxelkm	3,1E-09	1,5E-04
Vagnfel	vagnaxelkm	4,0E-10	1,9E-05
Växel sliten, trasig	antal tågpassager med FaGotrp genom växel	5,7E-08	5,1E-04
lastförskjutning	vagnaxelkm	1,4E-07	6,6E-03



annan orsak	tågkm	4,0E-10	4,2E-06
okänd orsak	tågkm	5,0E-09	5,2E-05
Summa frekvens urspårning:			7,49E-03

Frekvensen för en urspårningsolycka med en vagn innehållande farligt gods är **7,49E-03**. Detta motsvarar en FaGo-urspårning på sträckan ca var 133:e år, vilket enligt erfarenhet är orimligt högt men används konservativt i vidare analys.

För att vidare beräkna frekvensen av en urspårning av en vagn som innehåller farligt gods av ett visst ämne används fördelningen av transporterade mängder. Slutfrekvenserna för en olycka med ett givet ämne presenteras i figur 8 nedan.



Figur 8. Händelseträd med frekvenser av urspårning för olika typer av farligt gods på järnväg.



De olycksscenarier som studeras vidare för järnvägen enligt avsnitt 3.2 är följande:

- Urspårat tåg som fraktar brandfarliga gaser – frekvens 1,05E-03
- Urspårat tåg som fraktar giftiga gaser – frekvens 4,45E-04

A2 - Olycka med brandfarlig gas (propan/gasol) järnväg

Läckage av propan

Det faktum att en vagn lastad med farligt gods spårar ur leder oftast ej till en farligt gods-olycka. I de flesta fall håller tanken. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga tryckkärl vilka inte skadas i samma utsträckning som tunnväggiga kärl (jämför brandfarlig vätska). Förutom tankens konstruktion är även miljön runt kring spåret viktig. Längs spårets aktuella del förekommer få utstickande objekt men det finns stolpar för kontaktledningen som kan skada en behållare. Sannolikheten för läckage av propan i samband med olycka ansätts till 0,01 [14].

$$S_{\text{Läckage propan}} = 0,01$$

Storlek på läcka

Vid en olycka med efterföljande läckage är storleken på läckaget avgörande för konsekvenserna. I aktuellt fall antas ett litet läckage (via punktering eller ventil) samt ett större läckage (punktering av tank eller rörbrott) enligt följande. De enskilda händelserna nedan reduceras med följande faktorer beroende på läckagestorlek.

$$S_{\text{Litet läckage}} = 0,7$$

$$S_{\text{Stort läckage}} = 0,3$$

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma.

Sannolikheten för direkt antändning beror på utsläppets storlek och kan ansättas till följande [16]:

$$S_{\text{direkt antändning litet läckage}} = 0,1$$

$$S_{\text{direkt antändning stort läckage}} = 0,2$$

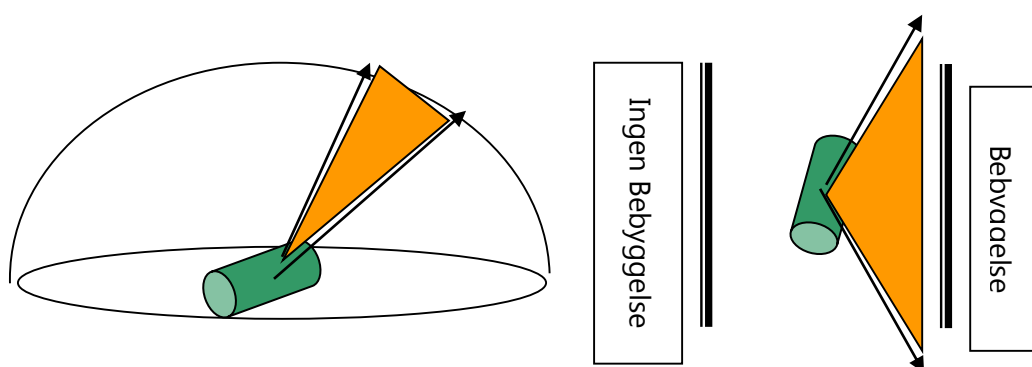
Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken samt trycket i denna. Det krävs dessutom att flammans riktning är mot det aktuella området och med



hänsyn både på den vertikala och den horisontella riktningen. Vid en olycka bedöms sannolikheten vara störst för en skada på vagnens nedre delar och således sker läckaget i riktning nedåt eller åt sidan. Detta påverkar även jetflammans riktning. För att anta en rimlig sannolikhet att jetflamman är riktad mot bebyggelsen antas den påverkande zonen vara inom en vinkel på 20° i vertikalplanet (20°/360°) samt i horisontalplanet (135°/360°), se figur 9. Till detta vägs sannolikheten att skadan sker på behållarens ovansida genom en ytterligare reduktion på 0,5 vilket anses mycket konservativt.

Sannolikheten för att jetbrand blir riktad in mot området ansätts till:

$$S_{\text{jetbrand mot bebyggelse}} = 20/360 * 135/360 * 0,5 = 0,0104$$



Figur 9. Illustration av jetflammors utbredning vertikalt (till vänster) respektive horisontellt (till höger).

Gasmolnexplosion

Om gasen vid ett läckage inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en *gasmolnsbrand* med diffusionsförbränning.

Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. För detta krävs som regel ett större läckage [16] men konservativt ansätts även en sannolikhet för mindre utsläpp. En gasmolnexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

Sannolikheten för sen antändning sätts till:

$$S_{\text{sen antändning litet läckage}} = 0,01$$

$$S_{\text{sen antändning stort läckage}} = 0,5$$



För att gasmolnsexplosionen ska ge störst skada krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta antas ske när vindriktningen är mot området. Enligt vinddata i bilaga B ligger vinden mot området 43 % av tiden. Sannolikheten för att spridning skall ske mot resp. från planområdet är således:

$$S_{\text{spridning mot området}} = 0,43$$

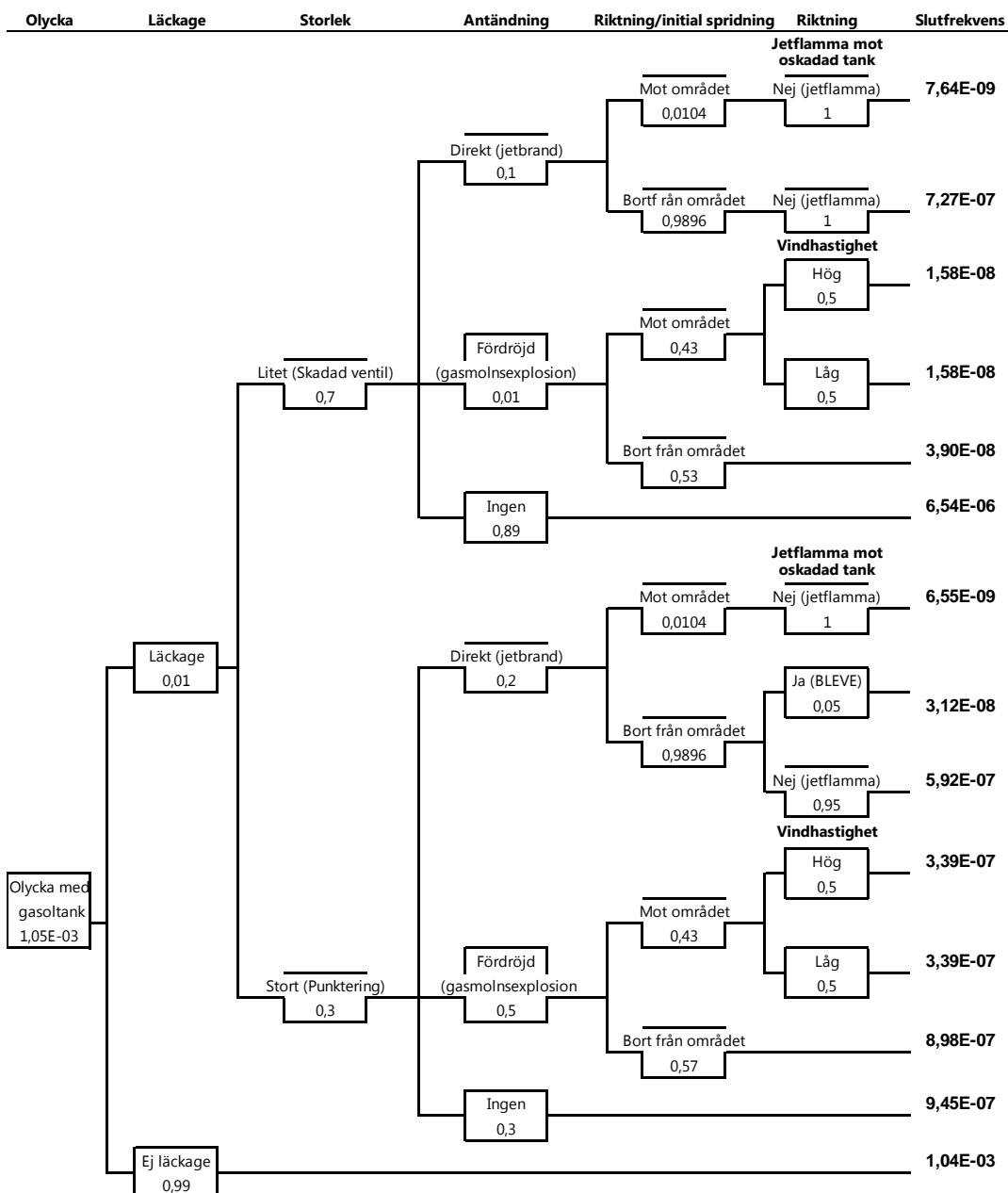
$$S_{\text{spridning bort från området}} = 0,57$$

BLEVE

BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand under en längre tid. Vid antändningen bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse skall kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd större läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska. Detta kräver i princip ett godståg med gasol i flera tankar samt direkt antändning av ett läckage i ena tanken (jetbrand). Dessutom krävs att jetflamman ligger an mot den andra tanken. En jetflamma vid litet läckage antas inte ge upphov till BLEVE. Vid risk för BLEVE på Västkustbanan eller Kust till kustbanan bedöms möjligheterna goda att evakuera närområdet då det tar ansevärd tid att hetta upp en tank. Detta beaktas dock inte vilket är mycket konservativt.

Fallet med en jetbrand med riktning mot bebyggelsen enligt ovan anses inte kunna leda till BLEVE utan endast de fall där jetflamman strålar mot en annan tank. Konservativt antas sannolikheten att en annan tank påverkas av jetflamma till:

$$S_{\text{BLEVE}} = 0,05$$



Figur 10. Händelse-träd med frekvenser för olycksförlopp där en vagn med brännbar gas sparat ur på järnväg.



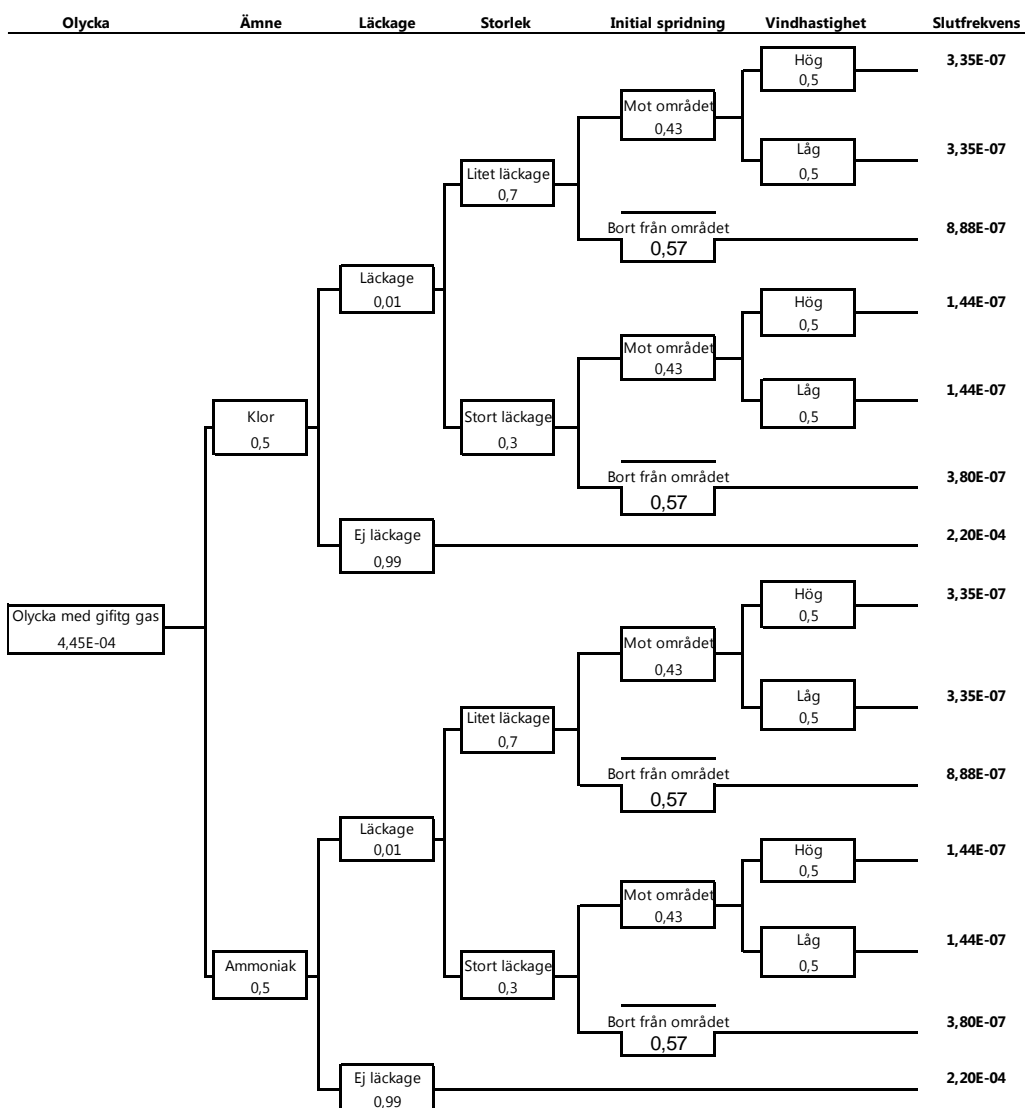
A3 – Olycka med läckage av giftig gas järnväg

Vid en olycka med giftig gas ansätts samma sannolikheter som en olycka med brandfarlig gas avseende hålstorlek och initial spridning. Gasen antas utgöras av klor eller ammoniak som är de vanligaste förekommande gaserna med störst skadeområde. Sannolikheten för att godsvagnen ska innehålla respektive ämne ansätts till 0,5.

$$S_{\text{läckage}} = 0,01; S_{\text{Litet läckage}} = 0,7; S_{\text{Stort läckage}} = 0,3$$

$$S_{\text{spridning mot området}} = 0,43$$

Sannolikhet för spridning mot området är lika med sannolikheten för vindriktning mot området, se bilaga B.



Figur 11. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp där vagn med giftig gas har spärat ur på järnväg.



A4 – Olycka på E6 med farligt gods för respektive klass

I Räddningsverkets "Farligt gods - riskbedömning vid transport" [17] ges metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt godstransport. Denna riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg (VTI-metoden) analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farlig godsolycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik för sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägavsnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning. Med hjälp av beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp kan följande parametrar bestämmas: olyckskvoten, andel singelolyckor och index för farligt godsolyckor (se nedan).

Frekvens för Olycka på E6

Enligt Trafikverkets trafikmätning [18] är trafikmängden, ÅDT, på E6 cirka 60 000 fordon, varav 6600 utgörs av tung trafik. Vägsträckan som löper parallellt med planområdet är cirka en kilometer. Trafikverket prognosticerar att antalet personresor kommer att öka med ca 28 % mellan 2010 och 2030 [19]. För analysen antas totala antalet fordon per dygn på aktuell sträcka öka med motsvarande tillväxt till $60\,000 \cdot 1,28 = 76800$ fordon/dygn, varav 8448 utgörs av tung trafik.

$76\,800$ (fordon/dygn) \times 365 (dygn) \times $1,0$ (km) = $28\,032\,000$ fordonskilometer per år

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där indata för olyckskvoten kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp. E6/E20 utgörs av motorväg med hastighetsgräns 90 km/h vilket ger olyckskvot = 0,23.

Nedan beräknas det förväntade antalet fordonsolyckor med avseende på ovanstående trafikarbete.

Förväntade fordonsolyckor = $0,23 \times 28\,032\,000 \times 10^{-6} = 6,4$ olyckor/år



Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor = $O \times ((X \times Y) + (1 - Y) \times (2X - X^2))$

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods och
 Y = Andelen singelolyckor på vägsträckan

Antalet farligt godstransporter på E6 beräknas till 212 stycken/dygn från tabell 5 (77624/365). Enligt uppgifterna från Trafikverket om trafikmängd antas andelen farligt gods på E6 vara $X \approx 0,27\%$ ($212/77624 \approx 0,0027$).

Uppskattad andel singelolyckor (Y) kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp, och för E6 (motorväg med medelhastighet 80-90 km/h) är denna 0,50.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =
 $6,4 \times ((0,0027 \times 0,5) + (1 - 0,5) \times (2 \times 0,0027 - 0,0027^2)) = 2,5 \times 10^{-2}$ per år.

De ADR-klasser som studeras vidare är ADR-klass 1, 2.1, 2.3, 3, respektive 5. Andelen farligt gods från respektive ADR-klass av den totala andelen farligt godstransporter fördelar sig enligt följande:

Frekvens för olycka med farligt gods är $2,5 \times 10^{-2}$.

Tabell 10. ADR-klasser som studeras vidare med beräknade olycksfrekvenser.

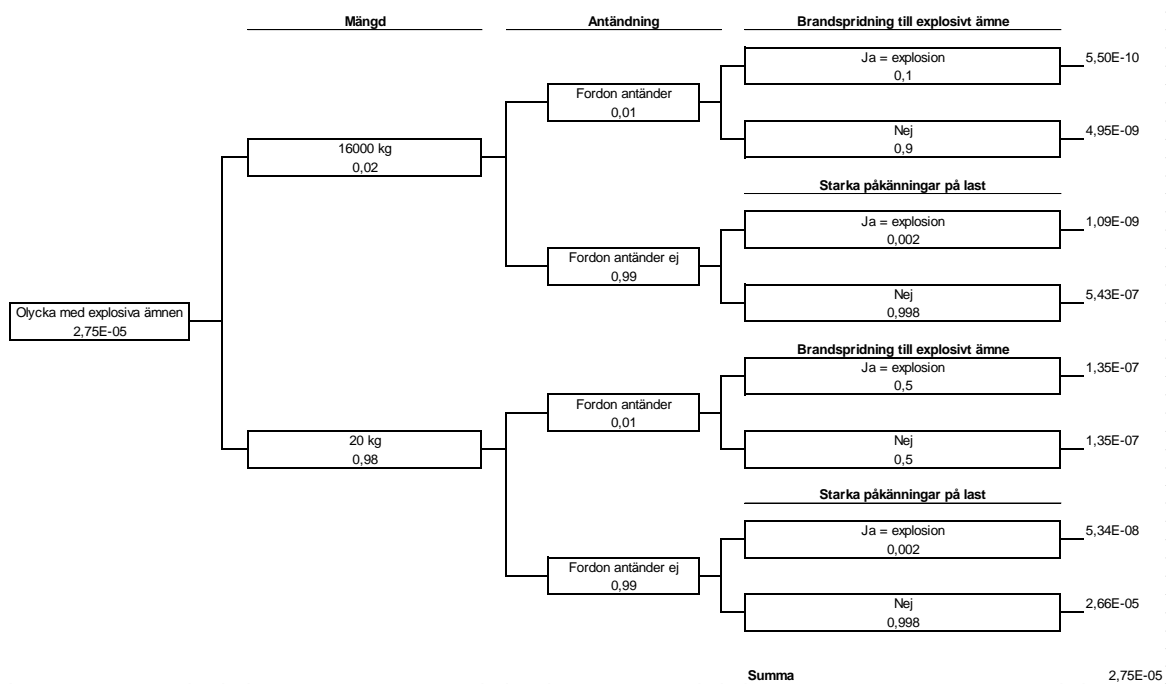
ADR-klass	Andel	Frekvens för olycka på E6/E20
ADR-klass 1, Explosiva ämnen:	0,1 %	2,50E-05
ADR-klass 2.1, brandfarliga gaser:	2,8 %	1,01E-03
ADR-klass 2.3, giftiga gaser:	0,04 %	1,44E-05
ADR-klass 3, brandfarliga vätskor:	51 %	1,27E-02
ADR-klass 5, oxiderande ämnen:	0,76 %	1,90E-04

**A5 - Olycka med klass 1 - explosiva ämnen på E6**

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1 transporteras, vilket ger olika scenarier. Med högsta fordonsklass kan maximal mängd massexplosiva varor transporteras i upp till 16 ton per transport, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor. Olyckan som sker delas upp i 16 000 kg klass 1.1b respektive 18.75 kg klass 1.1a, som konservativt får representera hela klass 1. Statistikunderlaget för klass 1 är begränsat. Men för analysen antas grovt att cirka 2 % av antal transporter har den maximala mängden 16 ton, och resterande har 18.75kg, avrundat till 20 kg massexplosiva ämnen i klass 1.1a

Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för mycket kraftig stöt vid en kollision. Dock krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s för att initiera en reaktion. HMSO [20] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2%. Denna sannolikhet används konservativt i beräkningarna. Sannolikheten att en brand i fordonet sprider sig till lasten beror av fordonsklass. Den högsta transporterade mängden förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas en brand sprida sig till fordonet i 10 % av fallen för den maximala mängden 16 ton, och 50% av fallen för 20 kg, vilket i praktiken är mycket konservativt.

Händelseträdet för olyckor med explosiva ämnen som ligger till grund för frekvensberäkningar presenteras i figur 12.

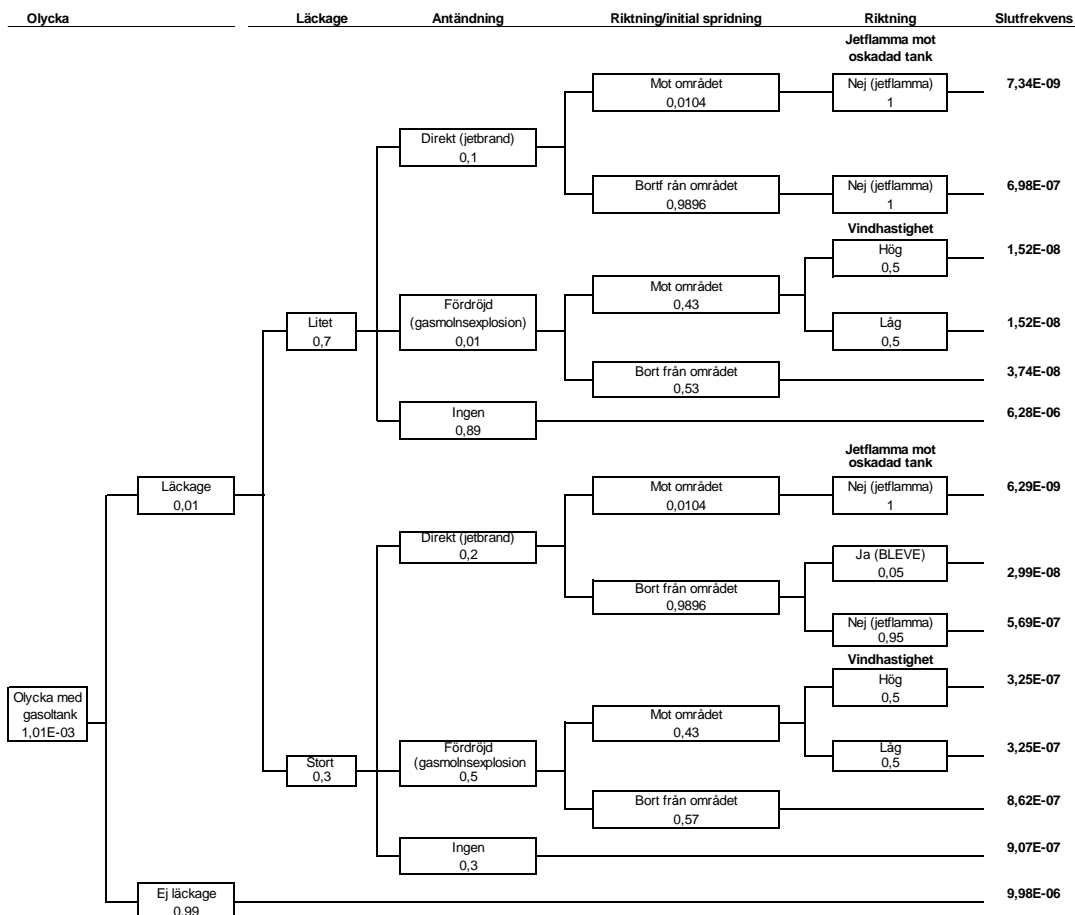


Figur 12. Händelseträd vid olycka med explosiva ämnen.



A6 - Olycka med brandfarlig gas (propan/gasol) på E6

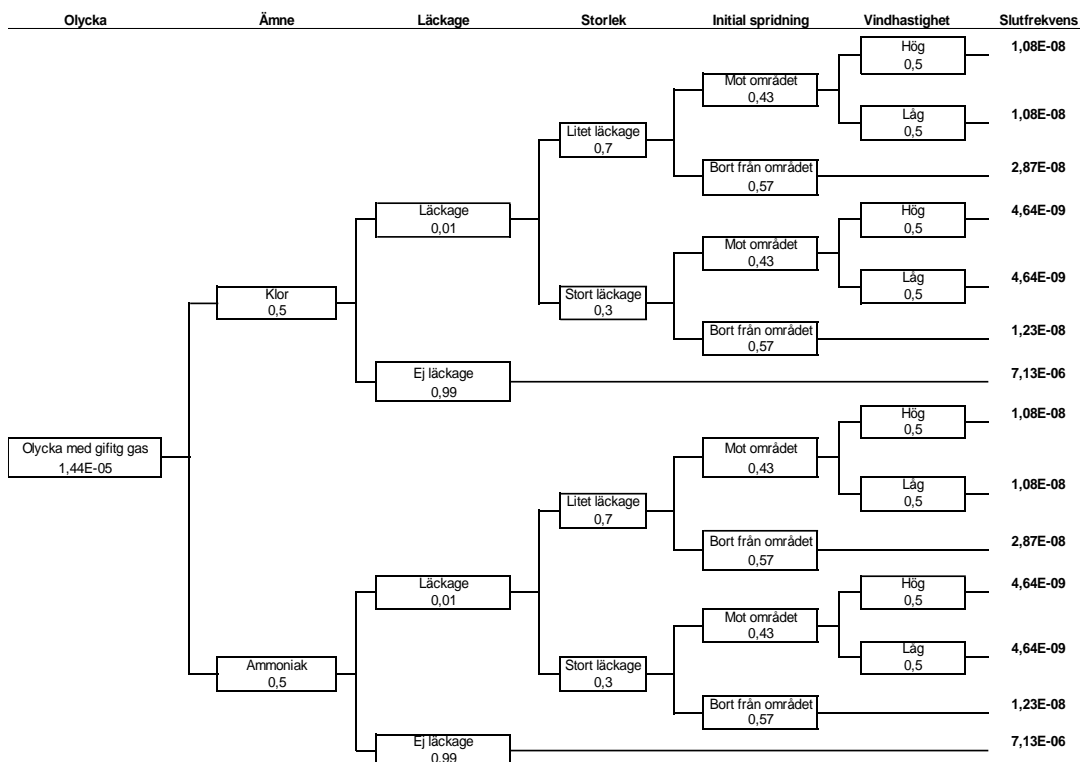
För vägtransporter med brandfarlig gas görs samma bedömningar och antaganden som för järnväg, dock med annan frekvens för olycka.



Figur 13. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med brännbar gas på E6.

**A7 - Olycka med giftig gas på E6**

För vägtransporter med giftig gas görs samma bedömningar och antaganden som för järnväg, dock med annan frekvens för olycka.



Figur 14. Händelseträd med frekvenser för olycksförlopp vid olycka med giftig gas på E6.

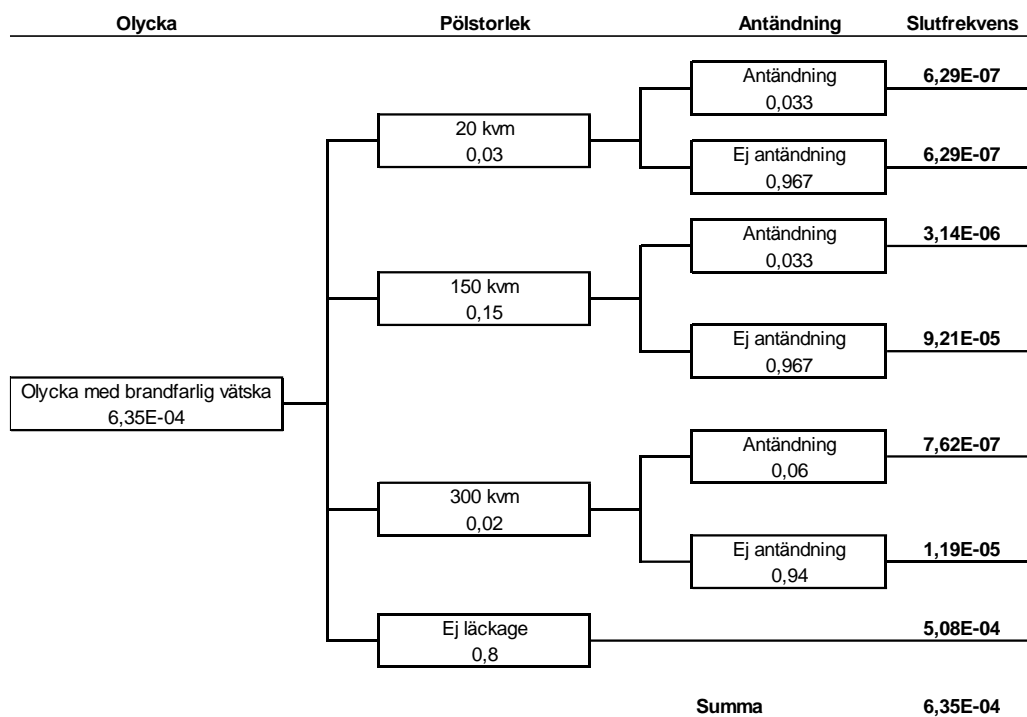
**A8 - Olycka med brandfarliga vätskor på E6**

Tankar för bensin etc. utförs för att klara transport av vätska under atmosfärstryck och sannolikheten att tanken skadas vid en olycka så att läckage sker, litet respektive stort, kan med viss konservatism ansättas till 0,25 respektive 0,05 [9].

I värderingen av sannolikheter tas även hänsyn till att pölens storlek beror på ytorna i området. De asfalterade ytorna som finns på både E6 samt parkeringen inom planområdet är plana och hårda, vilket underlättar bildandet av stora pölar. Mellan E6 och planområdet, som är i jämnhöjd, ligger ett dike med gräsvegetation, buskar och träd med en bredd av ca 11 meter. Detta område motverkar bildandet av stora pölar. E6 är av motorvägsstandard och därmed anpassad för regnvattenavrinning för att undvika vattenplaning. Detta har i praktiken påverkan på pölarnas storlek. För analysen antas konservativt att olyckor på vägen kan ge en mellanstor respektive stor pöl (150m² respektive 300 m²). I de fall vätska rinner mot området antas förutsättningarna med dike och vegetation ge en pöl på 20 m² inne på parkeringen. Fördelningen mellan pölstorlekarna givet läckage sätts till 15%, 75% och 10% för liten, mellanstor respektive stor pöl. Sannolikheten för antändning givet läckage är enligt [20] 3,3 % oavsett läckagestorlek. Sannolikheten bedöms dock vara större för större pölar, varför den för största pölstorleken istället antas vara 6%.

Motorvägen har mitträcke och det är endast fordon i södergående riktning som antas kunna påverka planområdet vad gäller pölbränder. Utifrån vägens raka/lätt kurvade sträckning och fordonets rörelsemängdsvektor förväntas de allra flesta olyckor ske på vägen. För att säkerställa detta och garantera att fordon inte når in på parkeringen kan skydd som hindrar avåkning in på området anläggas, så kallat avbärräcke.

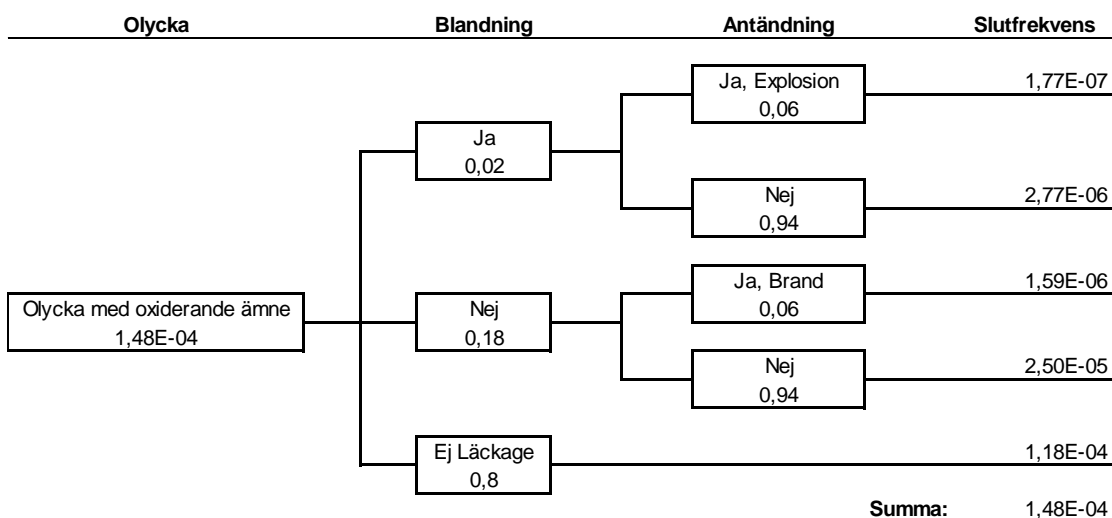
Med ovanstående bedömningar kan händelseträdet konstrueras enligt figur 15.



Figur 15. Händelseträd vid olycka med brandfarlig vätska.

**A9 - Olycka med Oxiderande ämne på E6**

Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen eller organiska peroxider medföra brand eller explosion. Explosion är möjligt vid de fall det oxiderande materialet sammanblandas organiskt material vid olyckan, exempelvis fordonets bränsle. Sannolikheten för läckage antas vara samma som vid läckage av farligt gods klass 3, dvs. 20%. Sannolikheten att lasten vid läckage sammanblandas med organiskt material i form av fordonets bränsle antas vara 10%. Sannolikheten för antändning sätts till densamma som för att antända en stor pöl av farligt gods klass 3, dvs 6 %. Med hjälp av dessa uppskattningar kan nu händelseträdet konstrueras enligt figur 16.



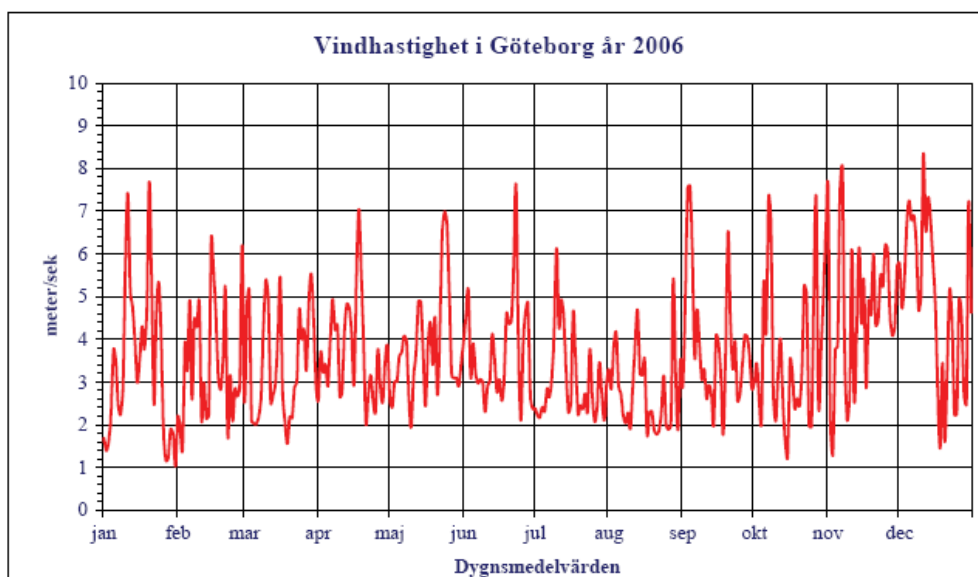
Figur 16. Händelsetråd vid olycka för klass 5.



Bilaga B – Väderdata

B1 Stabilitetsklass

Beräkningsmodellen använder sig av Pasquilles stabilitetsklasser. I beräkningarna har de två stabilitetsklasser som är vanligast i Göteborg använts. Stabilitetsklass D som sannolikt uppkommer vid vindhastigheter över 3 m/s bedöms vara den vanligaste stabilitetsklassen i området under både dag- och nattetid. Stabilitetsklass F är också möjlig men denna förutsätter vindhastigheter under 2 m/s. Diagrammet nedan, figur 17 visar fördelningen av vindstyrka under 2006. Liknande förhållanden uppvisas för åren 2001-2005. Figuren visar att vindhastigheten endast i undantagsfall understiger 2 m/s. Medelvärdet under vinterhalvåret ligger mellan 3-4 m/s.



Figur 17. Vindhastigheter i Göteborg under år 2006 [21].

B2 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningen. Väderdata från Göteborgs miljöförvaltning har använts med mätvärde från 2006, se figur 17 ovan. Medelvindhastigheten under året var 3,7 m/s. Spridningen från en olycka blir värre i olyckans närhet om lägre värde används. För aktuellt planområde innebär detta att relativt låga vindhastigheter ansätts. I analysen har 2,0 m/s använts för svag vind samt 7 m/s för stark vind. Sannolikheten för de två fallen ansätts till:

$$S_{\text{svag vind}} = 0,5$$

$$S_{\text{stark vind}} = 0,5$$



B3 Vindriktning

Vindriktningen inverkar vid spridning av giftig gas. Vid vindriktning bort från området bedöms ej personer som vistas på området kunna omkomma.

Följande vinddata har uppmätts för Göteborg (%) [21]:

	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Lugnt
Göteborg	7,7	11,4	7,9	13,1	16,8	14,5	15,9	7,5	3,7

Observera att värdena anger varifrån det blåser.

Det blåser mot planområdet vid vindriktning från N, NO, O, SO. Detta motsvarar 40,1 % av fallen. Det blåser från planområdet vid vindriktning från S, SV, V och NV vilket motsvarar 54,7 % av fallen. Frekvensen för vindstilla (lugnt) fördelas på båda fallen vilket ger:

Vindriktning mot området: 41,95 %

Vindriktning bort från området: 56,55 %

Om dessa summeras blir dock summan ej 100 %. Vid omräkning av värdena ger detta följande sannolikheter för vindriktning mot respektive bort från området:

$$S_{\text{mot området}} = 0,43 \quad 0,4195/(0,4195+0,5655)$$

$$S_{\text{från området}} = 0,57 \quad 0,5655/(0,4195+0,5655)$$



Bilaga C – Konsekvensberäkningar

C1 Olycka med klass 1 Explosivt ämne

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande tryckhöjning och den effekt den har på personerna i planområdet.

Människors skador utgörs i första hand av skador på trumhinnor, därefter påverkas lungor och andra inre organ och dödliga skador kan uppkomma. I tabell 11 nedan redovisas uppgifter på skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [22].

Tabell 11. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus.

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1% döda)	180
10% döda	210
50% döda	260
90% döda	300
99% döda	350

För individriskkurvan används värdet där 1 % förväntas omkomma, 180 kPa vilket är konservativt med en faktor 100.

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck och draglasters påverkan på bärverket. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i tabell 12. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa. För byggnadsstommar antas 20 kPa.

Tabell 12. Gränsvärden för skador på byggnadsstomme för olika konstruktioner.

Byggnadsmaterial	Trycktålighet
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegel- och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i "Yellow book" [23]. Det massexplosiva ämnet representeras av TNT, varvid massan TNT räknas om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från gasmolnsexplosion beräknas därefter.



Vi söker därför den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT från nedanstående samband:

$$m_{gas} = \frac{m_{TNT} \cdot \Delta H_d(TNT)}{\Delta H_c(gas) \cdot Y}$$

Där

m_{gas} = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnexplosion [kg]

m_{TNT} = massa TNT [kg]

$\Delta H_c(gas)$ = förbränningsvärme gas [J/kg]

$\Delta H_d(TNT)$ = förbränningsvärme TNT [J/kg]

Y = effektivitetsfaktor [-]

Effektivitetsfaktorn Y beror på gasens reaktivitetsgrad och anges i [23] till

Y = 0.2

$\Delta H_c(CH_4)$ = 5,6E+07 [J/kg]

$\Delta H_d(TNT)$ = 4,18E+06 [J/kg]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt tabell 13.

Tabell 13. TNT-ekvivalenter av Metan.

Massa TNT [Kg]	Massa CH4 [Kg]
20	7,5
16 000	5970

För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt formeln nedan [22].

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

Där

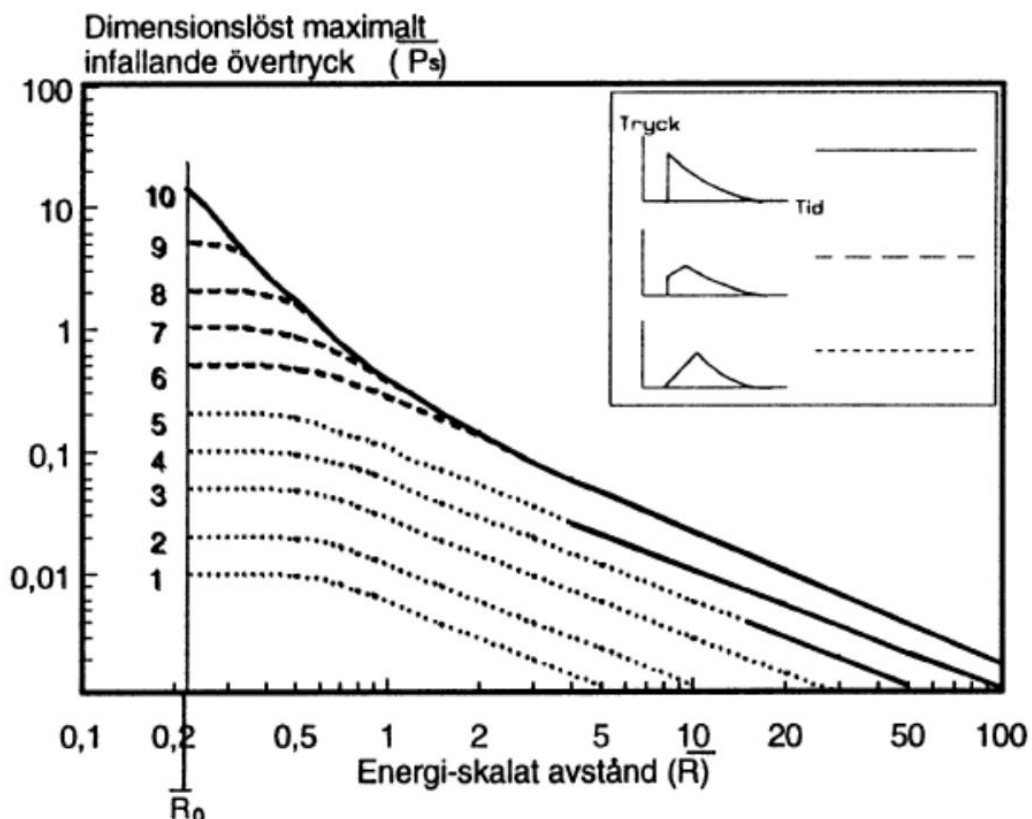
\bar{R} = Dimensionslöst avstånd [-]

R = Verkligt avstånd från explosionens centrum [m]

E = Energimängd i gasmolnet [J]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av figur 18 nedan [22].



Figur 18. Maximalt dimensionslöst tryck. För beräkningarna har detonationsklass 8 antagits då den motsvarar medelvärdet i den mest representativa formen på tryck-tidsambandet.

Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur figur 18 kan explosionsövertrycket bestämmas genom

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

Där

\bar{P} = Dimensionslöst tryck [-]

P_s = Explosionstryck [Pa]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Trycket beräknas för intervallen i tabell 14. Trycket beräknas för ytterkanten i respektive område och approximeras linjärt i intervallet.

Tabell 14. Potentiellt explosionsövertryck i området vid olycka med massexplosivt ämne.

Område	Explosionsövertryck i område/mot fasad	
	20 kg explosivämne	16 000 kg explosivämne
1-30m	200 kPa - 20 kPa	1 013 kPa – 202 kPa
30-85m	20 kPa – 8 kPa	202 kPa – 101 kPa
85-200m	8 kPa - ~0 kPa	101 kPa – 41 kPa



Antalet döda i olycka med explosivämnen kan nu bestämmas genom att jämföra personbelastningen med de aktuella övertrycken i området, tabell 14 och gränsvärden för skador på människor från tabell 11.

Avståndet till 50% döda för 20 kg explosivämne sätts till 10 m för individrisken, medan nivån för 16 000kg beräknas till 40m .

Tryck över 10 kPa antas få glas/fönsterrutor att gå sönder, tryck över 20 kPa antas få bärverk att kollapsa generellt. Byggnadsdelar som först exponeras för explosion antas absorbera en del av energin. För att få fler datapunkter har gränsvärdet för 1% döda (180 kPa) istället antagits ge 10 % döda. Detta ger antal döda vid olycka med explosiva ämnen enligt tabell 15.

Tabell 15. Antal döda vid olycka med explosiva ämnen för hög, medel, respektive låg personbelastning.

Personbelastning	Antal döda 20 kg	Antal döda 16000 kg
Hög	3	175
Medel	1	85
Låg	0	16

C2 Olycka med brandfarlig gas

Mängden brandfarlig gas i en vagn antas till ca 40 ton. Beräkningarna anses vara giltiga för både järnväg och olycka på motorväg. För motorvägen är detta konservativt då transporterade mängder är lägre än för en godsvagn på järnväg.

Vidare antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns och medföra att antändning kan inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen än med andra gaser.

Två olika utsläppsstorlekar (för jetflamma och gasmoln) antas enligt följande:

- Litet - punktering (hålstorlek 20 mm)
- Stort - medelstort hål (hålstorlek 50 mm)

För respektive scenario beräknas, med simuleringsprogrammet *Gasol*, konsekvenserna av de möjliga följdändelserna vid tankbilsolycka med brandfarlig gas:

- jetflammans längd vid omedelbar antändning
- det brännbara gasmolnets volym
- området som påverkas vid en BLEVE



För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. I beräkningarna antas att utsläppet sker nära vätskefas, då detta ger värden mellan det sämsta och bästa utfallen. De värsta konsekvenserna uppstår om utsläppet sker i vätskefasen.

De indata som använts i Gasol för att simulera konsekvensområden för jetflamma, gasmoln och BLEVE presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmningskoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläkt utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4*designtrycket
- Lufttryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Vindhastighet: 3 m/s

Planområdet börjar som närmast ca 12 m från E6. Vid bedömningen av antalet omkomna antas 50 % av de som vistas utomhus inom konsekvensområdet att omkomma. Inomhus i den del av IKEA-varuhuset som ligger närmast E6 beräknas 25 % omkomma.

Tabell 16. Skadeområdets utsträckning inom planområdet.

Händelse	Läckagestorlek	Antändning	Skadeområdets area (längd x bredd, meter x meter)
BLEVE	-		200 m i radie (hela planområdet)
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (20mm)	Jetflamma	18 x 16
		Fördröjd gasmolnsexplosion	18 x 12



	Stort hål (100mm)	Jetflamma Fördröjd gasmolnsexplosion	91,5 x 80 21 x 25
--	----------------------	--	--------------------------

Tabell 17. Förväntat antal omkomna i olyckor vid olika personantal inom området.

Händelse	Högsta personantal (10 % av tiden)	Normalt personantal (40 % av tiden)	Lägsta personantal (50 % av tiden)
Jetflamma (20 mm)	0	0	0
Fördröjd gasmolnsexplosion (20 mm)	0	0	0
Jetflamma (100 mm)	5	3	0
Fördröjd Gasmolnsexplosion	1	0	0
BLEVE	25	15	1

C3 Olycka med giftig gas

Då klor är en av de giftigaste gaserna som transporteras på aktuell järnväg har denna gas använts i beräkningarna. Mängden giftig gas i en vagn/transport antas till ca 55 ton. Observera att detta är mycket konservativt för transporter på motorväg. För att bestämma hur stor del av planområdet som utsätts för klorkoncentrationer som kan vara dödliga används simuleringsprogrammet *Spridning luft* (RIB 1-2009).

De indata som använts för att simulera konsekvensområden presenteras nedan:

- Kemikalie: Klor, ammoniak
- Emballage: Järnvägsvagn (55 ton)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: vår, dag och klart
- Vindhastighet: 2 m/s och 7 m/s

100 % inom gasmolnets LC50-avstånd antas omkomma och samtliga utanför molnet bedöms överleva. 10 % av de som befinner sig inomhus men är inom skadeområdet bedöms omkomma.



Vid beräkning av konsekvensområde används LC50 = 250 ppm.

Tabell 18. Skadeområdets maximala utbredning för olika storlekar på gasläckor och vindstyrkor.

Händelse	Vindstyrka (m/s)	Skadeområdets area l x b	
		Inomhus	Utomhus
Litet läckage (2,4 kg/s)	2	15 x 10	80 x 40
	7	-	35 x 10
Stort läckage (60 kg/s)	2	420 x 220	600 x 380
	7	190 x 50	420 x 110

Tabell 19. Antal förväntade omkomna i olyckor med giftig gas vid olika antal personer inom området.

Händelse	Högsta personantal (10 % av tiden)	Normalt personantal (50 % av tiden)	Lägsta personantal (40 % av tiden)
Litet läckage, 2 m/s	5	2	0
Litet läckage, 7 m/s	0	0	0
Stort läckage, 2 m/s	350	175	2
Stort läckage, 7 m/s	30	15	1



C4 Olycka med brandfarlig vätska.

Brandfarliga vätskor kan potentiellt göra skada på människor i planområdet då de vid antändning ger värmestrålning. I detta avsnitt beräknas strålningens intensitet för de olika utläppscenarierna med brandfarlig vätska, samt antal personer som omkommer.

Strålningen från pölen beräknas enligt beräkningsmodell från FOA [22]. Data har valts för Bensen detta då bensen har högst energivärde och förbränningshastighet av de olika typer av bränsle som kan vara aktuella vilket gör beräkningen konservativ.

Konsekvenserna för tre storlekar på utsläpp som antänds har beräknats. Dessa storlekar har antagits utifrån förutsättningarna angivna i bilaga A. Ett stort läckage bedöms kunna ge en pölarea på 300m², ett mellanstort på 150m² och ett litet på 20m².

Följande data gäller för bensen [22]:

- Förbränningshastighet $b' = 0,048 \frac{kg}{m^2s}$
- Energivärde $h_c = 43,7 \cdot 10^6 \frac{J}{kg}$

Vid en pölbrand med en cirkulär pöl approximeras flammans geometri med en cylinder där flammans diameter, d_f är lika stor som pölens diameter, d_p .

Flammans höjd, h_f , kan beräknas enligt:

$$h_f = d_p \cdot 42 \cdot \left(\frac{b'}{\rho_a \sqrt{g \cdot d_p}} \right)^{0,61} \quad \text{formel C1}$$

där b' = förbränningshastigheten i $\frac{kg}{m^2s}$ enligt ovan,

ρ_a = luftens densitet = $1,29 \frac{kg}{m^3}$

g = tyngdaccelerationen = $9,81 \frac{m}{s^2}$

Denna formel gäller under förutsättning att $0,8 < h_f / d_f < 4$.

Flamman fluktuerar naturligt och den höjd som beräknas är den genomsnittliga flamhöjden under brandförloppet. Då pölen antas vara cirkulär och flamgeometrin en cylinder är $d_f = d_p$ och beräknas utifrån grundläggande cirkelgeometri. Detta ger $d_f = d_p \approx 14$ m för en pölbrand om 150 m² respektive 19,5 m för en pölbrand om 300 m².

Strålningen per ytenhet från flammen beräknas enligt:



$$P = \frac{0,35 \cdot b' \cdot h_c}{1 + 4h_f / d_f} \quad \text{formel C2}$$

där h_c = energivärdet i $\frac{J}{kg}$ enligt ovan. Faktorn 0,35 utgör den andel av den totala energin som omsätts till strålningsvärme.

Vidare beräknas strålningen från en ideal svartkropp blir enligt Stefan-Boltzmanns lag:

$$P_s = \sigma \cdot T^4 \quad \text{formel C3}$$

där P_s = utstrålad effekt $[\frac{W}{m^2}]$,

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} [\frac{W}{m^2 K^4}]$ (Stefan-Boltzmanns konstant) och

T = temperaturen $[K]$.

Approximationen med strålning från svartkropp ger konservativa värden på värmestrålning. Vid större pölbränder antas strålningen normalt ha sitt ursprung i flammans mitt och här ligger emissionsfaktorn (ϵ) nära 1 varför denna approximation anses rimlig. Närmare flammans mantelyta minskar emissiviteten snabbt. En beräkning baserad på att all strålning kommer från flammans mitt är därför konservativt.

Värmestrålningen från en yta 1 som faller in mot en yta 2 på ett visst avstånd kan då beräknas som:

$$P_{12} = P_1 \cdot \tau_a \cdot F_{12} \quad \text{formel C4}$$

Där P_{12} = infallande strålning från 1 till 2 $[\frac{W}{m^2}]$,

P_1 = strålningen från yta 1 $[\frac{W}{m^2}]$

F_{12} = vinkelkoefficienten för 1 mot 2.

Den atmosfäriska transmissionsförmågan, τ_a , har att göra med det faktum att den utsända strålningen delvis absorberas av luften mellan strålkällan och mottagaren. Den atmosfäriska transmissionsförmågan kan skrivas enligt:

$$\tau_a = 1 - \alpha_w - \alpha_c \quad \text{formel C5}$$

Där α_w = absorptionsfaktorn för vattenånga och

α_c = absorptionsfaktorn för koldioxid.

Båda faktorerna beror på respektive ämnes partialtryck, avståndet som strålningen färdas från den strålande ytan till mottagaren, strålningens temperatur och omgivningens temperatur. α_w



och α_c bestäms grafiskt utifrån flamtemperaturen och partialtryck från figur 11.2 i [22].

Vinkelkoefficienten (F) definieras som den andelen av strålningen från en yta i alla riktningar som träffar en annan yta (vid fullständig transmissionsförmåga). Den är en rent geometrisk faktor som kan bestämmas för varje ytkonfiguration. Vinkelkoefficienten bestäms grafiskt för en cylinder från figur 11.3 i [22].

Beräkningar utförs vidare utifrån ovanstående förutsättningar för de två olika pölareorna.

Flamhöjd enligt formel C1, utfallande strålning enligt formel C2 och temperatur enligt B3, resultaten samlas i tabell 20.

Tabell 20. Initial egenskapsberäkning för pölbrand vid E14.

Pölbrandsarea	Flamhöjd (m)	Utfallande strålning (kW/m ²)	Temperatur på den strålade ytan/flammans mitt (K)
20 m²	8,0	92,0	1130
150 m²	17,6	121	1211
300 m²	22,1	132	1236

Mättad vattenångas tryck vid 100 % luftfuktighet och 20 °C är $p_w = 2340$ Pa. Luftfuktighet på 50 % antas vilket ger $p_w = 1170$ Pa. Absorptionsfaktorer och transmissionsförmåga bestäms för detta värde i kombination med flammans temperatur. Utifrån höjden på flammorna, pölens radie och avståndet till mottagaren bestäms ett antal olika vinkelkoefficienter. Värmestrålning på olika avstånd beräknas sedan enligt formel C4.

Skadenivån bestäms förutom av strålningsnivån även av strålningens varaktighet. För beräkning av skador på människor redovisas i tabell C4 nedan en varaktighet på 10 s som en rimlig tid tills man satt sig i säkerhet.

Sambandet mellan strålningens varaktighet och skador på människan beskrivs av probitfunktionen $t * P^{\frac{4}{3}}$. Om denna tidsvägda strålningsdos är över $3 \cdot 10^6$ finns en risk för 2:a gradens brännskador. Risken ökar sedan exponentiellt med ökad strålning. Sannolikheten för andra gradens brännskador utläses sedan ur figur 11.9 i [22].

Den andel av människokroppen som är oskyddad vid normalt påklädda personer (huvud, nacke, händer och underarmar) är ca 20 %. I De fall då 20 % av kroppen får brännskador antas att ca 15 % av befolkningen med en jämn åldersfördelning dör av skadorna [22]. Således beräknas först andelen som får



andra gradens brännskador, därefter antas 15 % av dessa omkomma av skadorna.

Beräkningsresultat sammanställs i **tabell 21**.

Tabell 21. Beräkningsresultat strålning och konsekvens av pölbrand vid E6.

Brand	Avstånd från flamfront (m)	α_w	α_c	τ_a	F_{max}	Infallande strålning P_{12} (kW/m ²)	$t \cdot P^{4/3} \times 10^6$ (s(W/m ²) ^{4/3})	2:a grad brännskada (%)	Andel döda (%)
20 m ²	0 (flamfront)	0	0	1	1	92,0	41,8	100	15
	2,5	0,07	0,015	0,915	0,3	25,4	7,5	35	5
	7,5	0,11	0,018	0,872	0,1	8	1,6	0	0
	12,5	0,15	0,023	0,827	0,05	3,8	0,6	0	0
150 m ²	0 (flamfront)	0,11	0,015	0,875	1	105,9	50,1	100	15
	3	0,12	0,02	0,86	0,45	46,8	16,9	95	14
	13	0,170	0,028	0,802	0,16	15,5	3,9	2	0
	23	0,190	0,030	0,780	0,07	6,6	1,2	0	0
	43	0,22	0,034	0,746	0,025	2,3	0,3	0	0
300 m ²	0 (flamfront)	0,130	0,020	0,850	1	112,2	54,1	100	15
	10	0,170	0,025	0,805	0,28	29,8	9,2	65	10
	20	0,190	0,030	0,780	0,15	15,4	3,85	1	0
	30	0,200	0,032	0,768	0,07	7,1	1,4	0	0
	40	0,220	0,035	0,745	0,05	4,9	0,8	0	0



Sammanfattningsvis kan följande konstateras utifrån beräkningarna, med konsekvensavståndet taget konservativt:

Tabell 22. Konsekvensavstånd för pölbrand.

	Pölbrand 20 m ²	Pölbrand 150 m ²	Pölbrand 300 m ²
Konsekvensavstånd från flamfront	7,5 m	13 m	20 m
Konsekvensavstånd från pölbrandens centrum	15 m	20 m	30 m
Konsekvensområdets area inom planområdet	88 m ²	265 m ²	628 m ²

Den byggnadsdel inom planområdet som är närmast E6 är fasaden till Ikea-varuhuset som ligger på ca 30 meters avstånd.

Det är endast en stor pölbrand som bedöms ha potential att antända byggnadsdelar och på så vis påverka personer inomhus med de förutsättningar som är angivna i Bilaga A. Detta eftersom de mindre pölbrändernas konsekvensområde inte antas nå fram till någon fasad och att massavbrinningen gör att strålningsnivåerna minskar med tiden.

Som jämförelse kan sägas att Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering [24] anger som gränsvärde för godtagbar exponering mot intilliggande byggnad är 15 kW/m² under minst 30 minuter.

För att beräkna antalet döda utomhus används hela konsekvensområdets area i kombination med den uppskattade persontätheten. Detta har mycket svag koppling till verkligheten eftersom personer som befinner sig inom konsekvensområdet bör uppfatta situationen och ha stora möjligheter sätta sig i säkerhet under ett naturligt brandförlopp. Teoretiska värden visas i tabell 23.

Tabell 23. Förväntat antal döda vid pölbrand vid E6 för låg. För att få fler datapunkter har högsta personbelastningen antagits.

	Pölbrand 20 m ²	Pölbrand 150 m ²	Pölbrand 300 m ²
Antal omkomna	0	1	5



C5 Olycka med klass 5 – oxiderande ämne.

De två konsekvenserna av olycka med klass 5 – oxiderande ämne är pölbrand och explosion. Tillgången på organiskt material som ämnet kan reagera med antas vara begränsat till mängden drivmedel i fordonet, vanligen inte mer än 400 kg.

Pölbrand

Pölbrand antas ge samma konsekvenser som en medelstor pölbrand från farligt gods klass 3. För konsekvensberäkning se avsnitt C4. Således blir antal döda i detta scenario 1 person.

Explosion

Explosionsförloppet approximeras till detsamma för en mindre explosion av farligt gods klass 1. För konsekvensberäkning se bilaga C1. Antal döda i detta scenario redovisas i tabell 24.

Tabell 24. Antal döda till följd av explosion av farligt gods klass 5 för hög, medel respektive låg personbelastning.

Personbelastning	Antal döda
Hög	3
Medel	1
Låg	0

Frekvenser från bilaga A ger en relation mellan frekvenser och konsekvenser som visas i tabell 25.

Tabell 25. Olyckor med frekvenser och antal omkomna som indata till FN-Kurvan.

Händelse	Personantal	Antal omkomna	Frekvens
Liten explosion	Högsta	3	1,64E-10
Liten explosion	Medel	1	9,41E-08
Stor explosion	Högsta	175	1,64E-10
Stor explosion	Medel	85	8,20E-10
Stor explosion	Lägsta	16	6,56E-10
Gasmolnsexplosion stor	Högsta	3	1,69E-08
Jetflamma (100 mm)	Högsta	5	8,64E-10
Jetflamma (100 mm)	Normalt	3	6,42E-09
BLEVE	Högsta	25	6,11E-09
BLEVE	Normalt	15	3,05E-08
BLEVE	Lägsta	1	2,44E-08
Litet läckage giftig gas, 2 m/s	Högsta	5	1,28E-09
Litet läckage giftig gas, 2 m/s	Normalt	2	1,78E-07
Stort läckage giftig gas, 2 m/s	Högsta	350	1,53E-08
Stort läckage giftig gas, 2 m/s	Normalt	175	7,64E-08
Stort läckage giftig gas, 2 m/s	Lägsta	2	6,11E-08
Stort läckage giftig gas, 7 m/s	Högsta	30	2,92E-08



RISKUTREDNING

2016-01-22

67 (67)

Stort läckage giftig gas, 7 m/s	Normalt	15	1,46E-07
Stort läckage giftig gas, 7 m/s	Lägsta	1	1,17E-07
Medelstor pölbrand	Högsta	1	3,14E-07
Stor pölbrand	Högsta	5	1,14E-07
Oxiderande- Brand	Högsta	1	7,97E-08
Oxiderande- explosion	Högsta	3	1,77E-08
Oxiderande- explosion	Medel	1	8,85E-08