

NORRKÖPINGS KOMMUN

KVANTITATIV RISKBEDÖMNING

OMRÅDET VÄSTRA SYLTEN, SÖDRA HAMNEN OCH KVARTERET JÄRNSTÅNGEN, NORRKÖPING

2017-09-04



wsp

Kvantitativ riskbedömning

Området Västra Sylten, Södra hamnen och kvarteret Järnstången, Norrköping

KUND

Kontaktperson: Tomas Nyström
Planarkitekt
Norrköpings kommun
Stadsbyggnadskontoret, Fysisk planering
601 81 Norrköping
Tel: 011-15 13 23
E-post: tomas.nystrom@norrkoping.se

KONSULT

WSP Environmental Sverige

S:t Larsgatan 3
581 02 Linköping
Besök: Dragarbrunnsgatan 41
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
<http://www.wspgroup.se>
PROJEKT
Exploatering Västra Sylten, Södra
hamnen och Kv. Järnstången,
Norrköping

UPPDRAGSNAMN
Kvantitativ riskbedömning Västra Sylten,
Södra hamnen, Kv. Järnstången

UPPDRAGSNUMMER
10198710

FÖRFATTARE
Henrik Selin

DATUM
2015-02-20

ÄNDRINGSDATUM
2017-09-04

GRANSKAD AV
Johan Lundin

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning	Preliminär handling			Slutgiltig version
Datum	2015-02-20	2016-02-01	2016-06-11	2017-09-04
Handläggare	Henrik Selin	Charlotta Dixner, Henrik Selin	Olov Holmstedt Jönsson, Henrik Selin	Olov Holmstedt Jönsson, Henrik Selin
Signatur	HS	CD, HS	OHJ, HS	OHJ. HS
Granskare	Johan Lundin	Johan Lundin	Johan Lundin	Johan Lundin
Signatur	JL	JL	JL	JL
Godkänd av	Henrik Selin	Henrik Selin	Henrik Selin	Henrik Selin
Signatur	HS	HS	HS	HS
Uppdragsnummer	10198710	10198710	10198710	10198710
Rapportnummer				
Filnamn				

Sammanfattning

WSP har fått i uppdrag av Norrköpings kommun att upprätta en riskbedömning som beslutsunderlag avseende möjligheterna till en framtida exploatering av områdena Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången i centrala Norrköping. WSP har tidigare upprättat en kvalitativ riskbedömning för Kv. Exporten 9 som ligger inom Västra Sylten. I nämnda riskbedömning föreslås en fördjupad kvantitativ riskbedömning för att bedöma möjligheterna till en exploatering i likhet med viljeriktningen i Norrköpings kommuns översiktsplan (ÖP 2002) och den gemensamma översiktsplanen för Norrköping och Linköping från år 2010. Syftet med upprättad kvantitativ riskbedömning är att utgöra underlag till beslut om möjligheten att exploatera aktuellt området utifrån översiktsplanernas intention att skapa en innerstadsbebyggelse med bostäder, affärer och kontor.

Inom Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången finns i dagsläget tre verksamheter som hanterar farliga ämnen i sådan omfattning att de är tillståndspliktiga enligt miljöbalken och/eller Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor. Av dessa tre bedöms endast Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB:s (FHCS) verksamhet medföra en signifikant riskpåverkan på omgivningen. Vidare förekommer det transporter av farligt gods på närliggande Östra Promenaden och Sjötullsgatan.

Norrköpings kommun har beslutat om att förbjuda transittransporter av farligt gods genom centrala Norrköping. Förbudet omfattar de transittransporter som tidigare passerade genom centrala Norrköping för att sedan fortsätta vidare söderut på E22:an. Farligt gods-transporter till lokala avnämare inom Norrköping är dock fortfarande tillåtet.

Denna riskbedömning har reviderats ett antal gånger sedan första utgåvan (2015-02-20) på grund av förändrade förutsättningar gällande FHCS:s miljö tillstånd och verksamhet. I aktuell version av rapporten redovisas endast den riskpåverkan på omgivningen som FHCS:s verksamhet bedöms ge upphov till genom nuvarande miljö tillstånd. Sedan den första utgåvan av rapporten har FHCS planerat för och implementerat ett flertal riskreducerande åtgärder. De riskreducerande åtgärderna bedöms minska sannolikheten att en olycka ska inträffa och konsekvenserna (de potentiella utsläppsmängderna) om en olycka trots allt skulle inträffa. Verksamhetens riskpåverkan på omgivningen har således markant minskat sedan den första utgåvan av rapporten.

Förbudet mot transittransporter i kombination med FHCS:s nya miljö tillstånd medför, ur ett rent tekniskt riskanalysperspektiv, att området Västra Sylten (inklusive Kv. Exporten 9), Södra hamnen och Kv. Järnstången är möjligt att exploatera. Detta förutsätter att de riskreducerande åtgärderna som FHCS har förbundit sig att vidta är genomförda. Detta beräknas vara klart januari 2018. Därefter bedöms FHCS:s verksamhet ge upphov till följande riskpåverkan på omgivningen:

- Individrisknivån bedöms ligga högt inom ALARP-området upp till 56 meter sett från den sydvästra delen av anläggningen.
- Samhällsrisiknivån bedöms ligga lågt inom ALARP-området.

Baserat på att risknivån i närområdet kring FHCS även efter januari 2018 bedöms vara förhöjd anser WSP att följande åtgärder bör vidtas för ny bebyggelse som uppförs inom området Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången:

- Friskluftsintag för tillkommande bebyggelse bör placeras på oexponerad sida bort från FHCS. Vidare bör uttagen placeras så högt upp på byggnaden som praktiskt möjligt.
- Som komplement till placeringen av friskluftsintag ska ventilationen vara möjlig att stänga av från en centralt placerad plats i verksamheten/byggnaden.
- Att följande rekommenderade markanvändning ska beaktas (avstånden utgår från FHCS:s sydvästra hörn):
 - 0-60 meter: Icke känslig bebyggelse (t.ex. industri, sällanköpshandel, kontor)
 - 60-100 meter: Normal känslig bebyggelse (t.ex. handel, bostäder)
 - > 100 meter: Särskilt känslig bebyggelse (t.ex. skola, sjukhus, hotell)

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	SAMRÅD	6
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	7
1.7	INTERNKONTROLL	7
1.8	REVIDERING OCH HISTORIK	7
2	OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1	OMRÅDET VÄSTRA SYLTEN MED OMGIVNING	9
2.2	VERKSAMHETER	9
2.3	INFRASTRUKTUR	11
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	12
3	RISKIDENTIFIERING	13
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	13
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ ÖSTRA PROMENADEN OCH SJÖTULLSGATAN	13
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	13
3.4	FARLIG VERKSAMHET	13
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	15
4.2	RISKNIVÅER MED AVSEENDE PÅ TRANSPORTER AV FARLIGT GODS EFTER FÖRBUD	18
4.3	RISKNIVÅER MED AVSEENDE PÅ KEMIKALIEHANTERINGEN INOM FHCS	19
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	22
6	DISKUSSION	24
7	SLUTSATSER	25
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	26
BILAGA B.	STATISTISKT UNDERLAG	29
BILAGA C.	FREKVENSBERÄKNINGAR	34
BILAGA D.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	44
BILAGA E.	RISKBERÄKNINGAR FÖR FHCS	49
BILAGA F.	REFERENSER	51

1 INLEDNING

WSP har fått i uppdrag av Norrköpings kommun att upprätta en riskbedömning som beslutsunderlag för att bedöma möjligheterna till en exploatering av Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången i centrala Norrköping (fortsättningsvis i denna rapport så benämns dessa tre områden gemensamt för Västra Sylten med omnejd). WSP har tidigare upprättat en kvalitativ riskbedömning för Kv. Exporten 9 [1] i vilken en fördjupad kvantitativ riskbedömning rekommenderades. Detta för att bedöma möjligheterna till en exploatering i likhet med viljeriktningen i Norrköpings kommuns översiktsplan (ÖP 2002) [2] samt i gemensamma översiktsplanen för Norrköping och Linköping från år 2010 [3].

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med riskbedömningen är att utgöra underlag till beslut avseende möjligheten att exploatera de aktuella områdena utifrån ÖP 2002 och gemensam översiktsplan för Norrköping och Linköping från år 2010. Riskbedömningen utgår från de krav på hantering av olycksrisker som ställs i plan- och bygglagen samt miljöbalken avseende beaktande av människors hälsa och säkerhet.

Målet med riskbedömningen är att kvantitativt analysera risksituationen inom Västra Sylten med omnejd och utifrån denna fastställa förutsättningarna för en tänkt exploatering i enlighet med önskemålen i gällande översiktsplanering, samt vid behov föreslå riskreducerande åtgärder.

1.2 OMFATTNING

Bedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (Riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (Frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (Konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken? (Riskuppskattning)
- Är risken acceptabel? (Riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (Riskreduktion)

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A – Metod för riskhantering.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

De risker som har beaktats är uteslutande sådana som är förknippade med plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) kopplade till verksamheter som handhar farliga ämnen i sådan omfattning att de omfattas av kraven i Sevesolagstiftningen eller betraktas som farlig verksamhet enligt 2 kap. 4§ lag om skydd mot olyckor. Därutöver beaktas även transporter av farligt gods. Enbart risker som kan innebära livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personsäkerheten på området, beaktas. Detta innebär att ingen hänsyn har tagits till exempelvis egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser, buller eller liknande.

1.4 STYRANDE DOKUMENT

Följande styrande dokument har legat till grund för riskbedömningen:

Norrköpings kommuns handlingsprogram för skydd mot olyckor: Anger att ny bebyggelse som lokaliseras mindre än 100 meter från vägar för transport av farligt gods eller farliga verksamheter ska förses med skyddsåtgärder framtagna efter särskild utredning. [4]

FÖP 2002: Planen anger vilka strategiska ställningstaganden kommunen har tagit för staden. För områden som ligger utanför Västra Sylten med omnejd gäller antingen översiktsplanen från 1990 (ÖP90) eller andra fördjupningar av översiktsplanen. [2]

Gemensam översiktsplan Linköping och Norrköping: Norrköping och Linköping har tagit fram en gemensam översiktsplan. Planen behandlar de övergripande principerna för markanvändning och bebyggelse under de kommande decennierna. Översiktsplanen är en del av det samarbete som Norrköping och Linköping bedriver inom flera områden inom ramen för den fjärde storstadsregionen. Översiktsplanen antogs av kommunfullmäktige i Linköping respektive Norrköping i juni 2010. [3]

Plan- och bygglagen (2010:900): "Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, ..." (2 kap. 5§).

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk också utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till: "... skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ..." (2 kap. 6§).

Miljöbalken: Risk ska beaktas som en av flera miljöeffekter i samband med miljöbedömning vid detaljplanering.

Sevesolagstiftningen: I Sverige är EU:s Sevesodirektiv infört genom Sevesolagstiftningen, som omfattar lagen (SFS 1999:381) och förordningen (SFS 2015:236) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor och föreskriften (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor, samt lagen (SFS 2003:778) och förordningen (SFS 2003:789) om skydd mot olyckor, miljöbalken (SFS 1998:808) och plan- och bygglagen (2010:900).

Reglerna styr verksamheter där farliga ämnen vid ett och samma tillfälle förekommer i vissa mängder. Lagstiftningen innebär skyldigheter för verksamhetsutövare beroende på vilken kravnivå de omfattas av. Samtliga verksamhetsutövare som omfattas av Sevesolagstiftningen är dock skyldiga att vidta alla åtgärder som krävs för att förebygga allvarliga olyckor och för att begränsa följderna av dem för människor och miljö. Alla verksamheter är också skyldiga att upprätta ett handlingsprogram för hur riskerna för allvarliga kemikalieolyckor ska hanteras. Verksamheter som omfattas av den lägre kravnivån är därutöver skyldiga att lämna en anmälan till tillsynsmyndigheten.

1.5 SAMRÅD

Samråd gällande riskbedömningens omfattning och övergripande metod/angreppssätt har genomförts med Räddningstjänsten Östra Götaland, Länsstyrelsen Östergötland och Norrköpings kommun. Vidare har samråd genomförts med Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB (FHCS) avseende de scenarier och antaganden som berör FHCS:s verksamhet.

1.6 UNDERLAGSMATERIAL

Följande underlagsmaterial har legat till grund för denna riskbedömning:

- *PM Riskpåverkan – Exporten 9*, upprättad av WSP Brand & Risk, daterad 2013-04-25.
- *Risikanalyt för svampduksproduktion i Kvarteret Flöjten i Norrköping*, upprättad av Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB daterad 2013-08-22.
- *Teknisk rapport Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB – Konsekvensberäkningar för utsläpp av koldisulfid*, upprättad av Det Norske Veritas, daterad 2013-10-02.
- *Svar angående FHCS AB:s omgivningspåverkan i samband med pågående detaljplanearbete vid kvarteret Exporten 9*, brev från FHCS till Stadsbyggnadskontoret på Norrköpings kommun, daterat 2013-11-22.
- *PM Sammanställning av scenarier – Exporten 9*, upprättad av WSP Brand & Risk, daterad 2014-01-27.
- *Förstudie – Övergripande riskbedömning för detaljplan, Kv. Exporten 9, Norrköping*, upprättad av WSP Brand & Risk, daterad 2014-03-24.
- *Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB, Norrköping – Samhälls- och individriskberäkningar*, upprättad av ÄF-infrastructure AB, daterad 2014-07-03.
- *Remissyttrande gällande Freudenberg Household Products*, av Samuel Andersson, Räddningstjänsten Östra Götaland, 2014-09-12.

1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Henrik Selin (Civilingenjör Riskhantering) som även är uppdragsansvarig. Upprättade beräkningar som utgör underlag till rapporten är utförda av Wilhelm Sunesson (Brandingenjör) och Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör Riskhantering) samt Charlotta Dixner (Civilingenjör Riskhantering). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Johan Lundin (Tekn. Dr.).

1.8 REVIDERING OCH HISTORIK

Denna riskbedömning har reviderats tre gånger sedan den första utgåvan författats 2015-02-20.

1.8.1 Historik

Norrköpings kommun påbörjade ett omfattande riskhanteringsarbete gällande riskpåverkan på Västra Sylten med omnejd i centrala Norrköping i samband med att den kvalitativa riskbedömningen avseende Kv. Exporten 9 påbörjades. Därefter har Norrköpings kommun arbetat i enlighet med riskhanteringsprocessen i cirka 5 år för att påverka riskbilden i området. Arbetet har innefattat bland annat:

- Möten med räddningstjänst, FHCS, exploatörer, näringsidkare med flera.
- Workshop för att bedöma påverkan från farligt gods-transporter.
- Upprättande av kvalitativa och kvantitativa riskbedömningar.
- Samråd med FHCS, räddningstjänsten och länsstyrelsen i Östergötland.

Ovanstående arbete med riskhantering har medfört att Norrköpings kommun har gjort ett aktivt ställningstagande under pågående riskhanteringsarbete att verka för ett förbud mot transittransporter av farligt gods genom centrala Norrköping inklusive Sjötullsgatan och Östra Promenaden. Detta förbud är nu infört. [5]

Arbetet har vidare belyst FHCS:s potentiella riskpåverkan på Västra Sylten med omnejd. Något som tillsammans med FHCS:s nya miljötillstånd och verksamhetens strävan mot hög säkerhet har medfört ett antal aktiviteter. Sedan den första utgåvan av rapporten har FHCS planerat för och implementerat

ett flertal riskreducerande åtgärder. Dessa riskreducerande åtgärder bedöms både minska sannolikheten för samt konsekvensen (de potentiella utsläppsmängderna) av en olycka. Verksamhetens bedömda riskpåverkan på omgivningen har således markant minskat sedan den första utgåvan av rapporten (2015-02-20).

1.8.2 Aktuell version

I denna version av rapporten redovisas vilken riskpåverkan farligt gods-transporterna på Sjötullsgatan och Östra Promenaden genererade på omgivningen innan förbudet trädde i kraft. Notera att förbudet endast omfattar de transittransporter som tidigare passerade genom centrala Norrköping för att sedan fortsätta vidare söderut på E22:an. Farligt gods-transporter till lokala avnämare inom Norrköping är fortfarande tillåtet. I rapporten redovisas därmed också vilken riskpåverkan transporter till lokala avnämare fortfarande genererar, vilket återspeglar den aktuella risksituationen.

Vidare redovisas i denna version av rapporten den riskpåverkan som FHCS ger upphov till när de villkor som fastställs i nuvarande miljötillstånd är genomförda.

2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av det aktuella exploateringsområdet med omgivning.

2.1 OMRÅDET VÄSTRA SYLTEN MED OMGIVNING

Området omfattar Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången, alla belägna i centrala Norrköping, se Figur 1.



Figur 1. Området är markerat med grönt. Östra promenaden och Sjötullsgatan, markerade med rött.

Västra Sylten är det största delområdet, beläget söder om Sjötullsgatan. Södra Hamnen är det grönmärkade området norr om Sjötullsgatan, medan Kv. Järnstången är det minsta grönmärkade området, beläget väster om Östra Promenaden. I dagsläget är Västra Sylten med omnejd i huvudsak ett industriområde med för närvarande cirka 80 verksamheter av varierande slag. Tre av dessa verksamheter hanterar farliga ämnen i sådan omfattning att de är tillståndspliktiga enligt miljöbalken och/eller Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor. Dessa verksamheter beskrivs nedan.

2.2 VERKSAMHETER

I nedanstående stycken beskrivs de tillståndspliktiga verksamheterna inom området, därutöver beskrivs också i korta ordalag större arbetsgivare och övriga verksamheter inom området.

2.2.1 Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB

På fastigheten Kv. Flöjten 6 i Västra Syltens industriområde bedriver Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB (FHCS) industriverksamhet med tillverkning av svampduk. Produktionsanläggningen har haft denna lokalisering sedan tillverkningen startade på 1930-talet. FHCS:s verksamhet omfattades tidigare av den lägre kravnivån i Sevesolagstiftningen. Dock har företaget inkommit med en skrivelse till Länsstyrelsen i vilken det framgår att företaget inte omfattas av kraven i Sevesolagstiftningen. Detta till följd av att koldisulfid inte ska kategoriseras i farokategori P5b, utan farokategori P5c. Den lägre kravnivån för den sistnämnda farokategorin är 5000 ton (FHCS har en maximalt lagrad mängd om 60 ton) [6]. Länsstyrelsen har i mars 2017 beslutat att FHCS inte omfattas av kraven i Sevesolagstiftningen [7]. Verksamheten omfattas fortfarande av 2 kap. 4§ lag om skydd mot olyckor; dvs. är klassad som farlig verksamhet.

Produktionen utgörs av torr och våt svampduk för hushålls- och industrimarknaden. Svampduken består i huvudsak av regenererad cellulosa och bomull.

Tillverkningen kan delas in i processtegen; viskostillverkning, mixning, regenerering, tvättning, eventuell torkning, mönstertryckning och konvertering. Produktionen sker kontinuerligt (24 h/dygn året om) med undantag för planerade och ev. oplanerade stopp.

FHCS använder följande farliga ämnen inom sina processer (ämnesspecifik information hämtad från Brandskyddsföreningens farligt gods-kort):

Koldisulfid. Koldisulfid är en färglös eller gul vätska som används för att omvandla alkalicellulosa till cellosaxantogenat i en reaktor. Koldisulfid är mycket brandfarligt (brännbarhetsområde 1,3-50 vol%). Ångorna ger med luft snabbt explosiva blandningar, vilka kan antändas mycket lätt. I ett slutet kärl eller tank råder explosiv atmosfär vid normal omgivningstemperatur. Risken för kärlsprängning pga. självantändning av bränsleångorna i tanken är överhängande även vid måttlig brandexponering. Ångorna är tyngre än luft och kan spridas till lågt liggande utrymmen. Koldisulfid är giftigt vid inandning, hudkontakt och förtäring. Vid brand eller upphettning bildas bl.a. svaveldioxid (giftig vid inandning).

Gasol. Gasol är en mycket brandfarlig (brännbarhetsområde 2-10 vol%) kondenserad gas som används för ångproduktionen på anläggningen. Ingen förvaring av gasol sker på FHCS:s område utan gasen kommer i rörledning från E.ON:s angränsande anläggning.

Ammoniak. Ammoniak är en färglös gas som används i kylmaskiner. Ammoniak i gasform verkar från kraftigt irriterande till frätande på ögon, slemhinnor och hud. Ammoniak är normalt inte brandfarligt, men kan vara brännbart i höga koncentrationer.

Utöver ovanstående används även eldningsolja (EO1) samt Lutexal HVW och Durferrit ASD.

FHCS miljötilstånd 2015-03-25:

I det nya miljötilstånd som verksamheten erhöll den 24 mars 2015 förbinder sig FHCS att implementera ett flertal riskreducerande åtgärder för att minska sina olycksrisker och potentiella utsläppsmängder vid en olycka. Exempel på viktiga riskreducerande åtgärder är:

- Installation av ett dubbelmantlat rör med kvävgas kring rörledningen med koldisulfid. Vid tryckändringar aktiveras automatiskt en nödstoppsfunktion vilket reducerar flödet vid pumpning och därmed begränsar storleken på utsläppet.
- Rörledningen med koldisulfid kommer att förses med ett påkörningsskydd vilket dimensioneras för att kunna klara lasten vid en påkörning i 20 km/h från ett fordon som väger 20 ton.
- En ränna för vätskeuppsamling kring rörledningen med koldisulfid installeras, vilken ska samla upp och reducera pölarean vid ett utsläpp. Rännan för vätskeuppsamling kommer även att vara vattenfylld. Eftersom koldisulfid har en högre densitet samt låg löslighet i vatten reduceras spridningen av ett eventuellt utsläpp ytterligare.
- Kylmaskiner inom anläggningen byts ut till nya modeller vilka kräver en betydligt mindre mängd ammoniak. Lokalen med kylmaskinerna är även utrustad med ett detektionssystem som vid högnivåalarm stänger av ventilationen. Spridningen av ammoniak till omgivningen vid händelse av ett utsläpp begränsas därmed kraftigt.

De föreslagna skyddsåtgärderna resulterar i att den maximala utsläppsmängden koldisulfid begränsas till 227 liter vid händelse av brott på rörledning. Bytet av kylmaskiner resulterar i att det största utsläppet av ammoniak begränsas till 150 kg (konservativ¹ bedömning) [8].

¹ Med konservativ menas här att bedömningen är tilltagen så att risken ska överskattas och inte underskattas.

2.2.2 E.ON Gas Sverige AB

E.ON är en av två stora arbetsgivare i området, med cirka 250-300 anställda på plats under kontorstid. E.ON hanterar gasol och distribuerar även gasol till andra verksamheter såsom FHCS, se ovan.

Gasol. E.ON har tillstånd att hantera gasol i två cisterner med en volym om 131 m³ vardera.

2.2.3 Svenska Lantmännen ek för

På Sjötullsgatan har Svenska Lantmännen en fastighet för spannmålstorkning, vid vilken företaget hanterar gasol.

Gasol. Lantmännen har tillstånd att hantera 300 m³ gasol i cistern i mark.

2.2.4 Övriga verksamheter

Den största arbetsgivaren i området är Sjöfartsverket med cirka 400 anställda på plats i sin dagliga verksamhet. Utöver Sjöfartsverket har bland annat Migrationsverket, Norrköpings kommun, Factory Fitness och fastighetsbolag verksamhet i området.

Närmaste bostäder ligger längs Östra Promenadens västra sida och närmsta grundskola är Djäkneparkskolan som också återfinns väster om området.

2.3 INFRASTRUKTUR

Östra Promenaden och Sjötullsgatan utgjorde tidigare tillåtna leder för transport av farligt gods, se Figur 1 för ledernas placering i förhållande till Västra Sylten med omnejd. Årsmedeldygnstrafiken år 2012 på Östra Promenaden var 19 190 fordon och beräknades år 2014 uppgå till 20 000 fordon. Motsvarande siffror för Sjötullsgatan var 11 706 fordon år 2012 och ca 12 000 fordon år 2014.

Cirka 10 % av ovanstående trafik utgörs av tung trafik och andelen farligt gods av den tunga trafiken innan förbudet uppskattades till 2,5 % (medelvärde på Sveriges vägnät). I och med förbudet mot transittransporter av farligt gods genom centrala Norrköping sker i dagsläget endast transporter av farligt gods till lokala avnämare. Transittransporterna har möjlighet att välja Söderleden istället. Söderleden är bättre anpassad för farligt gods-transporter så till vida att leden till stor del omges av vallar på båda sidor som skyddar vid en farligt gods-olycka. Detta har också verifierats via upprättade riskbedömningar [8].

2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

De personbelastningsantaganden som ligger till grund för de beräkningar som är genomförda tar delvis sin utgångspunkt i de båda gatorna Sjötullsgatan och Östra Promenaden. Detta härrör från att dessa antaganden genomfördes då all trafik fortfarande var tillåten, dvs. innan förbud mot transittransporter av farligt gods var aktuellt. Dock täcks området Sylten med omnejd väl och antagandena kring persontäthet har känslighetsanalyserats i omgångar för att säkerställa robusta beräkningar.

Uppskattad persontäthet kring Sjötullsgatan år 2014 antas till 5000 personer dagtid och 500 nattetid. Uppskattad persontäthet kring Östra Promenaden år 2014 antas till 5000 personer dagtid och 10000 nattetid. Personbelastningen baseras på områdesfakta för Sylten, Oxelbergen, Östantill och Saltängen år 2014 från Norrköpings kommun, Ekonomi- och styrningskontoret. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt.

År 2030 antas delar av Syltens industriområde vara bebyggt med bostäder, därmed antas personbelastningen i området att öka. Uppskattad persontäthet kring Sjötullsgatan år 2030 antas till 5000 personer dagtid och 5000 nattetid. Uppskattad persontäthet kring Östra Promenaden år 2030 antas till 7500 personer dagtid och 15000 nattetid. Uppskattningarna baseras på befolkningstätheten i centrala Norrköping, konsultens erfarenhet samt planeringsförutsättningarna enligt aktuella översiktsplaner [2] [3] .

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 10 meter ett befolkningsfritt avstånd från väggkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisikberäkningarna. Hur stort detta avstånd är anges i respektive undersökt alternativ. För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmättet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen, vilket innebär att relevanta riskkällor identifieras och beskrivs.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Riskidentifieringen har skett genom att studera planförslag och kartunderlag. Vidare studeras tidigare genomförda riskutredningar och miljötillstånd för tillståndspliktiga verksamheter enligt miljöbalken inom området. Syftet med inventeringen är att identifiera riskkällor som potentiellt kan medföra riskpåverkan på Västra Sylten med omnejd. Följande verksamheter och transportleder inom eller i anslutning till aktuellt område bedöms kunna medföra en betydande riskpåverkan för omgivningen:

- Vägtransporter av farligt gods på Östra Promenaden
- Vägtransporter av farligt gods på Sjtöullsgatan
- Kemikaliehanteringen inom Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB (FHCS)

3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ ÖSTRA PROMENADEN OCH SJÖTULLSGATAN

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se Bilaga B, bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen;

- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1).
- Farligt gods-olycka med gas (klass 2). Delas upp i brandfarlig gas (2.1) och giftig gas (2.3).
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3).
- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen och/eller organiska peroxider (klass 5).

Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge betydande konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 1.

Tabell 1. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen Klass 1	Brandfarlig gas Klass 2.1	Giftig gas Klass 2.3	Brandfarlig vätska Klass 3	Oxiderande ämnen Klass 5.1
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand	Explosion
Medelstor explosion	Gasmolns-explosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand	Brand
Stor explosion	Liten jetflamma Mellan jetflamma Stor jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand	

3.4 FARLIG VERKSAMHET

Av de verksamheter som har identifierats inom eller i anslutning till Västra Sylten med omnejd är det endast tre som hanterar farliga ämnen i sådan omfattning att de är tillståndspliktiga enligt miljöbalken och/eller lagen om brandfarliga och explosiva varor. Dessa verksamheter är FHCS, E.ON och Lantmännen, se kapitel 2. Av dessa tre är det endast FHCS som omfattas av kraven i 2 kap. 4§ lag om

skydd mot olyckor. Då E.ONs och Lantmännens verksamhet inte omfattas av nämnda lagstiftningar beaktas de inte vidare i denna riskbedömning, se även avgränsningar i Kapitel 1.

3.4.1 Identifierade olycksscenarier inom FHCS

WSP har, baserat på de nya skyddsåtgärderna som redovisas i avsnitt 2.2.1, genomfört beräkningar för att uppskatta den riskpåverkan som FHCS:s verksamhet genererar för omgivningen. De nya beräkningarna fokuserar på att studera olycksscenarier som kan ge upphov till konsekvenser bortom FHCS:s verksamhetsområde. Av möjliga olycksscenario bedöms följande scenarion kunna resultera i allvarliga konsekvenser utanför FHCS:s verksamhetsområde.

- Pölbrand av koldisulfid vintertid (brott på rörledning). Under vinterhalvåret kommer utsläppet troligtvis bilda en vätskepöl då avdunstningshastigheten av koldisulfid kommer vara relativt låg pga. den låga utomhustemperaturen. Om det finns en tändkälla i närheten av pölen så kommer den sannolikt att antändas vilket leder till en pölbrand.
- Utsläpp av koldisulfid sommartid (brott på rörledning). Om utsläppet inträffar under sommarhalvåret förångas koldisulfiden relativt snabbt och ingen varaktig pöl bildas.
- Utsläpp av ammoniak från kylanläggning.



Figur 2. Lokalisering av ammoniakutsläppet respektive rörbrottet på ledningen med koldisulfid.

Olycksfrekvenser för respektive utsläppsscenario redovisas i Tabell 2 är hämtade från FHCS:s egen riskbedömning från år 2014 [5].

Tabell 2. Olycksfrekvenser för de scenarier som bedöms kunna generera allvarliga konsekvenser bortom FHCS:s verksamhetsområde [5].

Scenario	Olycksfrekvens [år ⁻¹]
Brott på rörledning med kolsulfid (vinterhalvår)	$1,95 \cdot 10^{-5}$
Brott på rörledning med kolsulfid (sommарhalvår)	$1,95 \cdot 10^{-5}$
Utsläpp av ammoniak från kylanläggning*	$1,6 \cdot 10^{-5}$

* Notera att detta är olycksfrekvensen som FHCS uppskattade för de gamla kylmaskinerna inom anläggningen. Olycksfrekvensen för de nya kylmaskinerna finns inte att tillgå.

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för Västra Sylten med omnejd med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transporter och farliga verksamheter.

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 3) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

Samhällsrisk – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 3) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Riskvärdering – I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [6]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner (ALARP) och
- acceptabla

Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

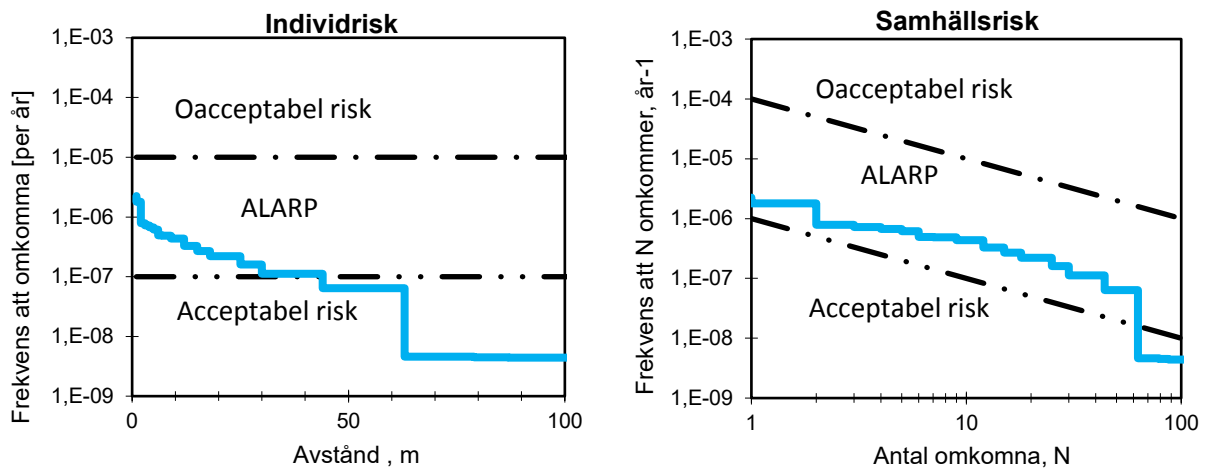
De risker som bedöms vara **acceptabla med restriktioner** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.

De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 3 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 3.

Tabell 3. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

Riskmätt	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individrisk	< 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ till 10 ⁻⁵	> 10 ⁻⁵
Samhällsrisk	< 10 ⁻⁶	10 ⁻⁶ till 10 ⁻⁴	> 10 ⁻⁴



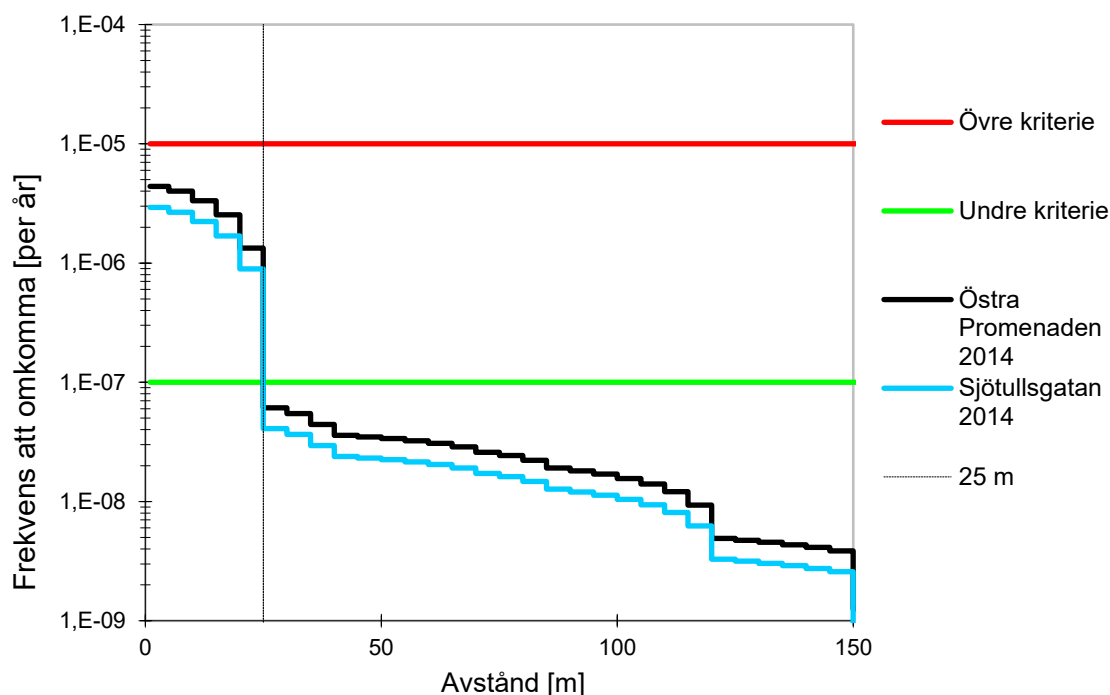
Figur 3. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisik enligt DNV [6]. OBS inlagd riskkurva är bara ett exempel och ej kopplat till aktuellt projekt.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, individrisk och samhällsrisik, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas.

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvagnsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap [MSB]) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [7] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägvagnsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga C.

4.1.1 Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter

I Figur 4 nedan illustreras individrisken avseende farligt gods-transporter på Östra Promenaden och Sjtöullsgatan innan förbudet trädde i kraft. De vågräta linjerna i figuren markerar övre och undre gräns för ALARP-området

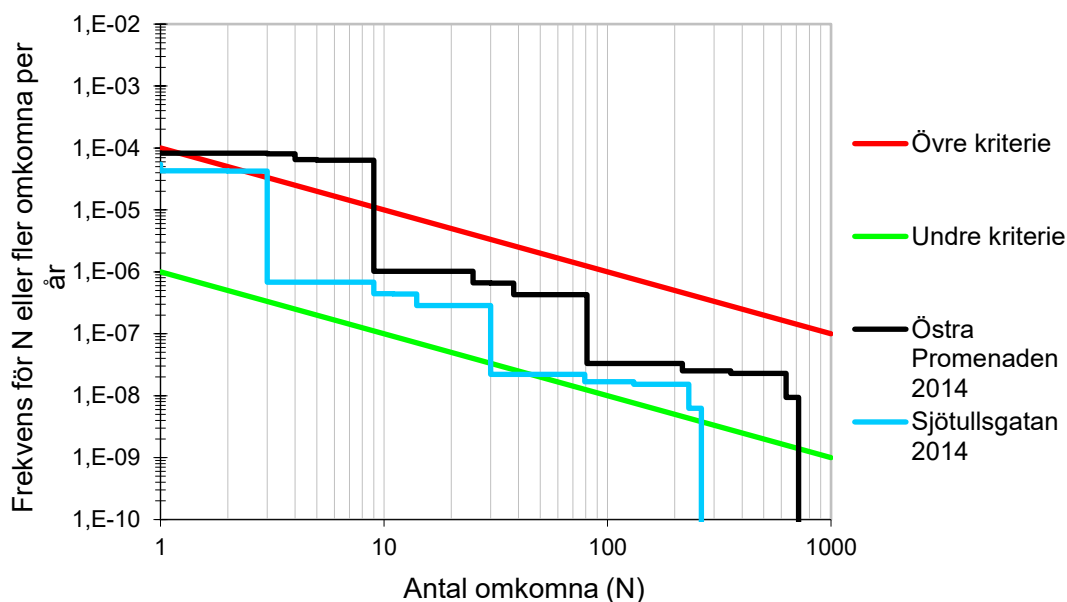


Figur 4. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Östra Promenaden respektive Sjtöullsgatan.

Av Figur 4 framgår att individrisken längs med Östra Promenaden och Sjtöullsgatan låg inom ALARP-området till och med 25 meter från väggkant, därefter var risknivån acceptabel enligt ansatta värderingskriterier.

4.1.2 Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter

I Figur 5 nedan redovisas den beräknade samhällsrisknivån för farligt gods-transporter vid Östra Promenaden och Sjtöullsgatan innan förbudet mot transitttransporter trädde i kraft.

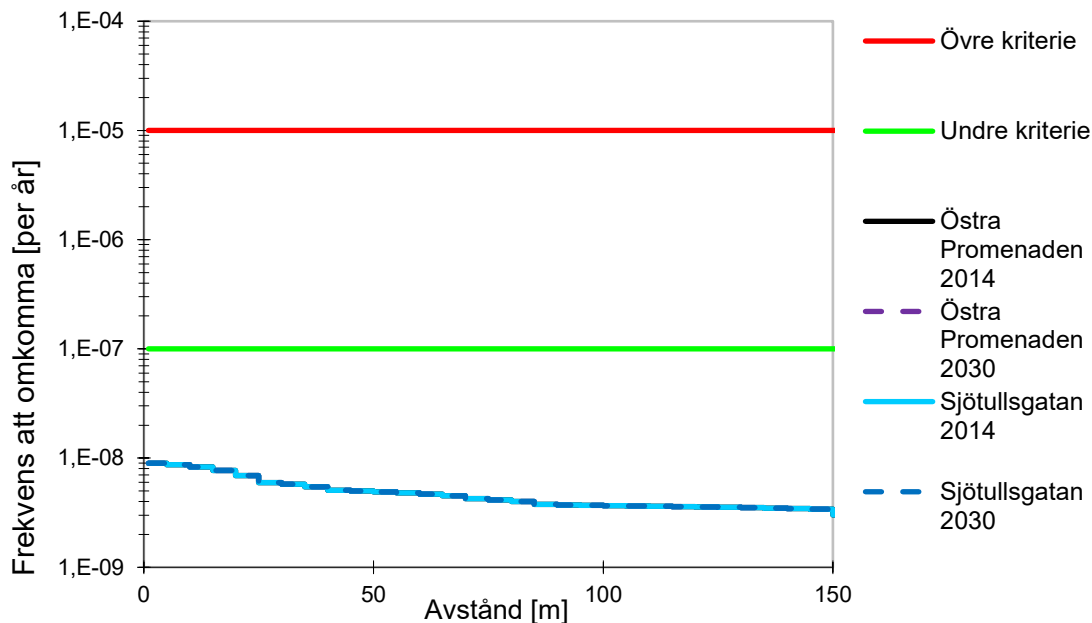


Figur 5. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Östra Promenaden respektive Sjtöullsgatan.

Samhällsrisknivån var bitvis oacceptabelt hög längs med Östra Promenaden, vilket i första hand var till följd av de bostäder som ligger väster om Östra Promenaden. Sjötullsgatan hade generellt en lägre samhällsrisknivå jämfört med Östra Promenaden, vilket beror på att Sjötullsgatan passerar igenom ett område som är mindre tätbefolkat. Slutligen framgår det av Figur 5 att samhällsrisknivån till största del låg relativt högt inom ALARP-området för båda vägarna.

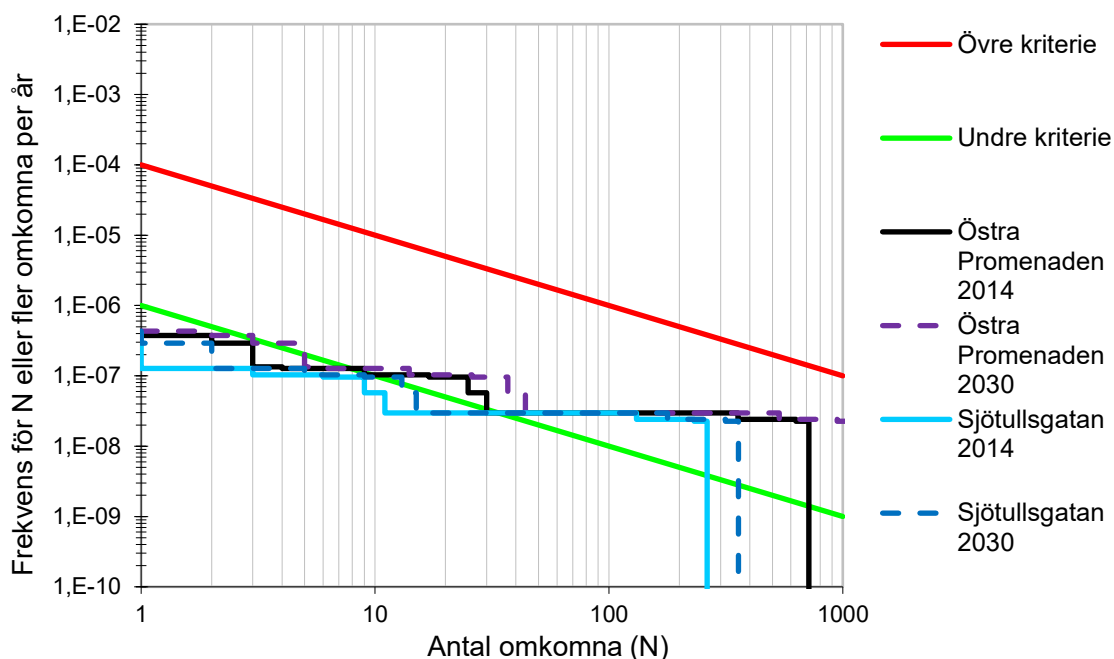
4.2 RISKNIVÅER MED AVSEENDE PÅ TRANSPORTER AV FARLIGT GODS EFTER FÖRBUD

I detta avsnitt redovisas hur risknivåerna avseende farligt gods-transporter på väg genom centrala Norrköping har förändrats sedan förbudet mot transittransporter trädde i kraft.



Figur 6. Individrisken när endast farligt gods till avnämare tillåts i centrala Norrköping.

Beräkningarna indikerar att transporter av farligt gods till lokala avnämare i centrala Norrköping ger upphov till en individrisknivå som ligger helt inom acceptabla nivåer. Notera att risknivån är i det närmaste identisk för de olika fallen.



Figur 7. Samhällsrisk när endast farligt gods till avnämare tillåts i centrala Norrköping.

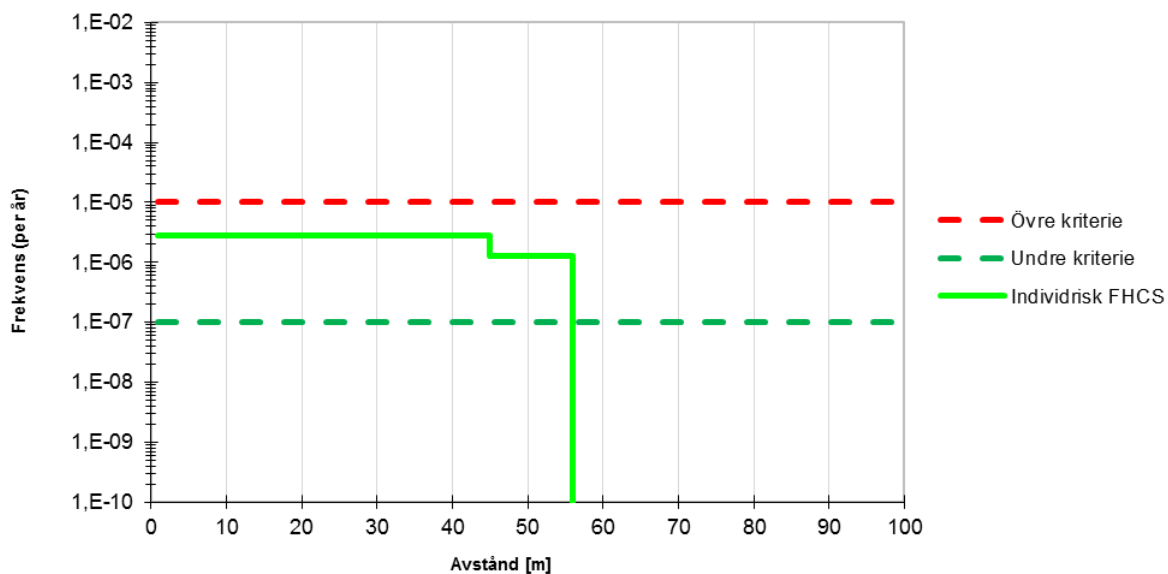
Beräkningarna indikerar att transporter av farligt gods till lokala avnämare i centrala Norrköping ger upphov till en samhällsrisknivå som ligger inom den nedre halvan av ALARP-området.

Av ovanstående figurer framgår tydligt att riskbilden har minskat markant. Den vidtagna åtgärden bedöms också som kostnadseffektiv, samt att den även har en positiv effekt på andra pågående och planerade planprojekt i Norrköping så som Inre hamnen och nya Resecentrum/Butängen.

4.3 RISKNIVÅER MED AVSEENDE PÅ KEMIKALIEHANTERINGEN INOM FHCS

I detta avsnitt redovisas den riskpåverkan som kemikaliehanteringen inom FHCS förväntas ge upphov till när alla riskreducerande åtgärder enligt verksamhetens miljötillstånd (2015-04-24) är implementerade. Detta förväntas vara klart i januari 2018. För en mer utförlig beskrivning av de olycksscenarioer som analyseras se Bilaga E.

4.3.1 Individrisknivå med avseende på kemikaliehanteringen inom FHCS



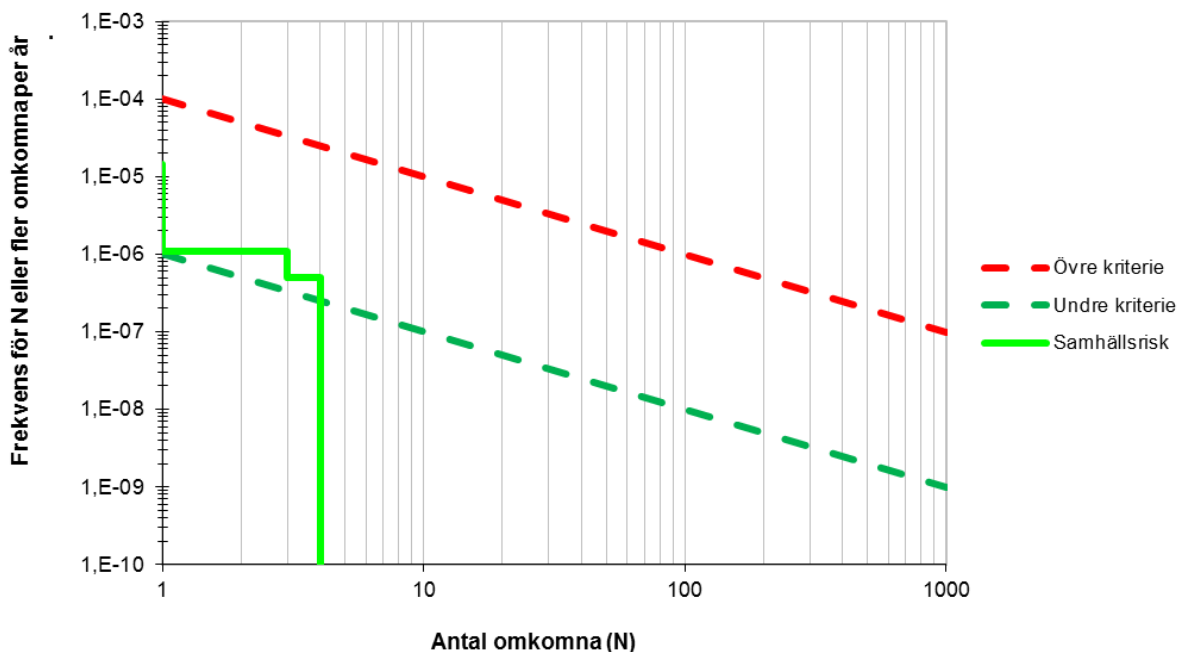
Figur 8. Individrisken kring den sydvästra delen av anläggningen.

Beräkningarna visar att individrisken bortom 56 meter från den sydvästra delen av anläggningen (se Figur 9) ligger inom acceptabla nivåer. Fastigheten Exporten 9, vilken inhyser gymmet Factory Fitness, ligger utanför området med en förhöjd individrisk.



Figur 9. Inom det markerade området (radie = 56 m) bedöms individrisken ligga inom ALARP.

4.3.2 Samhällsrisiknivå med avseende på kemikaliehanteringen inom FHCS



Figur 10. Samhällsrisiken som olycksscenarioerna brott på rörledning med kolsulfid och utsläpp av ammoniak från kylanläggning ger upphov till.

Vid konservativa antaganden bedöms olycksscenarioerna med ett brott på rörledning och utsläpp av ammoniak från kylanläggningen generera en samhällsrisik som ligger inom ALARP.

Den förväntade konsekvensen för respektive utsläpp har beräknats utifrån följande persontäthet (siffror för 2014):

Dagtid: 5 000 personer/km², 10 % antas befinna sig utomhus.

Nattetid: 10 000 personer/km², 1 % antas befinna sig utomhus.

Andelen individer som antas befinna sig utomhus dagtid respektive nattetid baseras på riktvärden från RIKTSAM [9]. Enbart individer som befinner sig utomhus riskerar att omkomma [10]. Simuleringarna av utsläppen visar att koncentrationerna inomhus inte uppnår dödliga nivåer för något av utsläppen. Vid dessa antaganden blir den förväntade konsekvensen en omkommen individ (tredje man).

De områden utanför FHCS:s verksamhet som främst kan påverkas vid ett utsläpp är parkeringshuset söder om anläggningen samt parkeringsplatserna framför Sjöfartsverket väster om anläggningen. På dessa platser kan under begränsade delar av dygnet ett flertal människor befinna sig utomhus. Framförallt på morgonen och sent på eftermiddagen när människor är på väg till och från sina arbetsplatser. Om en olycka inträffar under dessa begränsade tidsperioder kan konsekvenserna bli större, vilket framgår av Figur 10.

Baserat på att FHCS:s verksamhet även i fortsättningen bedöms generera både en individ- och samhällsrisiknivå som ligger inom ALARP-området bör riskreducerande åtgärder vidtas för ny bebyggelse som uppförs inom Västra Sylten med omnejd.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [11], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [11]. De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan.

Observera att avsnittet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

Rekommenderade åtgärder utifrån genomförd riskbedömning

Baserat på att FHCS:s verksamhet även i fortsättningen bedöms ge upphov till en förhöjd risknivå i närområdet kring anläggningen anser WSP att följande riskreducerande åtgärder bör vidtas för ny bebyggelse som uppförs inom Västra Sylten med omnejd:

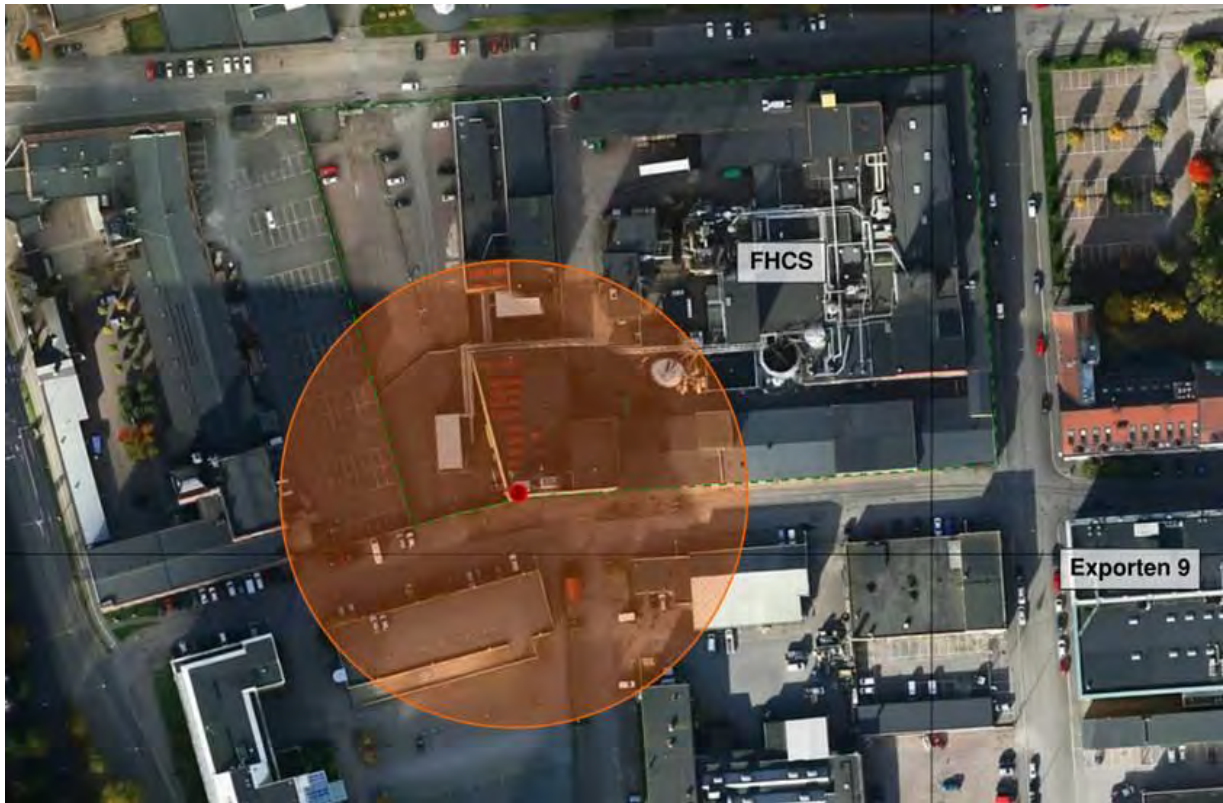
Ventilationsåtgärder

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Vidare bör uttaget placeras så högt upp på byggnaden som praktiskt möjligt. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen av utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser inomhus [12]. Dock kan det i vissa fall bildas högre koncentrationer i lä för vinden, alltså på den oexponerade sidan. Som komplement till placeringen av friskluftsintag ska ventilationen vara möjlig att stänga av från en centralt placerad plats i verksamheten. Kunskapen om hur och var den centrala ventilationen stängs av bör finnas inom verksamheten.

Rekommenderad markanvändning

Utifrån upprättade riskbedömning rekommenderas följande markanvändning (avstånden utgår från FHCS:s sydvästra hörn se Figur 11):

- 0-60 meter: Icke känslig bebyggelse (t.ex. industri, sällanköpshandel, kontor)
- 60-100 meter: Normal känslig bebyggelse (t.ex. handel, bostäder)
- > 100 meter: Särskilt känslig bebyggelse (t.ex. skola, sjukhus, hotell)



Figur 11, Beräkningarna visar att individrisken bortom 56 meter från den sydvästra delen av anläggningen (se Figur 9) ligger inom acceptabla nivåer. Cirkeln i denna bild har utökats till radien 60 m och dess centrum är förflyttat till FHCS:s sydvästra hörn. Genom förflyttning av cirkelcentrum och utökning av cirkelradien säkerställs ett konservativt angreppssätt.

6 DISKUSSION

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området.
- Utformning och disposition av etableringar.
- Antal och typ av farligt gods-transporter förbi Västra Sylten med omnejd.
- Schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar.
- Antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadesscenario.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [13]

Inom ramen för det riskhanteringsarbete som har genomförts i samband med upprättandet av denna riskbedömning och tidigare versioner av denna rapport så har ett antal olika scenarier simulerats. I samband med dessa scenarier så har ingångsvärden så som befolkningstäthet, utsläppsstorlek, toxicitet med mera varierats beroende på aktuella förutsättningar. Genom simuleringar har det varit möjligt att göra känslighetsanalyser vilka i sin tur verifierar att det resultat som redovisas är robust och giltigt även då det kan finnas variation i de ingående variablerna. Ytterligare känslighetsanalys redovisas genom att flera alternativa scenarier presenteras i rapporten.

För att säkerställa att de data och de resultat som presenteras i rapporten är tillförlitliga på så sätt att riskerna ej är underskattade så har utgångspunkten varit att ingående värden i uträkningarna kring risker ska vara konservativa. Genom att använda konservativa värden överskattas riskerna snarare än underskattas vilket i sin tur ger en trygghet i att så länge rekommendationerna följs så kommer risknivåerna att ligga under de värden som redovisas i rapporten.

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende aktör. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska processen i samhället.[13]

I tidigare versioner av aktuell riskbedömning så har aspekten av att FHCS omfattas av Sevesolagstiftningen särskilt diskuterats. Detta till följd av att Sevesolagstiftningen ställer särskilda krav på hur samhällsplanering ska ske i närheten av verksamheter som omfattas av kraven i Sevesolagstiftningen. Enligt beslut av Länsstyrelsen Östergötland omfattas inte längre FHCS av kraven i Sevesolagstiftningen. Viktigt att notera är dock att de faktiska risker som FHCS medför för sin omgivning inte påverkas av vilken lagstiftning som verksamheten omfattas av, utan av de mängder av farligt ämne som hanteras samt hur denna hantering sker.

Slutligen ska här konstateras att utöver de riskreducerande åtgärder som föreslås i denna version av rapporten har ett antal betydande åtgärder genomförts de senaste fem åren. Dessa åtgärder innefattar såväl farligt gods-transporter som FHCS:s verksamhet, vilka tillsammans med åtgärderna i denna rapport har medfört att en exploatering i enlighet med förslagen i denna rapport är möjliga utifrån ett riskperspektiv. Utan tidigare genomförda och planerade åtgärder hade en exploatering inte varit möjlig.

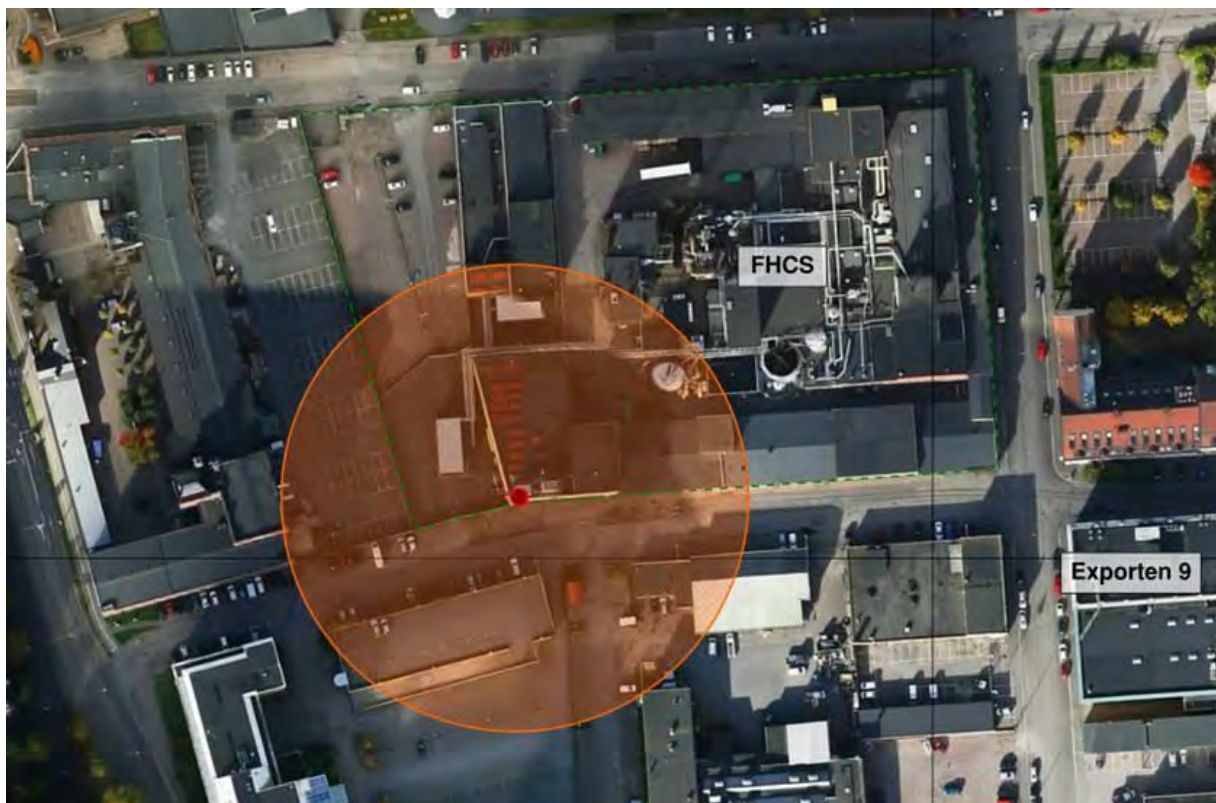
7 SLUTSATSER

Förbudet mot transittransporter i kombination med FHCS:s nya miljötillstånd medför, ur ett rent tekniskt riskanalysperspektiv, att området Västra Sylten (inklusive Kv. Exporten 9), Södra hamnen och Kv. Järnstången är möjligt att exploatera. Ovanstående slutsats är giltig först då samtliga av de riskreducerande åtgärderna som FHCS har förbundit sig att vidta är genomförda. Detta beräknas vara klart januari 2018. När alla de riskreducerande åtgärderna är genomförda bedöms FHCS:s verksamhet ge upphov till följande riskpåverkan på omgivningen:

- Individrisknivån bedöms ligga högt inom ALARP-området upp till 56 meter sett från den sydvästra delen av anläggningen.
- Samhällsrisknivån bedöms ligga lågt inom ALARP-området.

Baserat på att risknivån i närområdet kring FHCS även efter januari 2018 bedöms vara förhöjd anser WSP att följande åtgärder bör vidtas för ny bebyggelse som uppförs inom området Västra Sylten, Södra hamnen och Kv. Järnstången:

- Friskluftsintag för tillkommande bebyggelse bör placeras på oexponerad sida bort från FHCS. Vidare bör uttagen placeras så högt upp på byggnaden som praktiskt möjligt.
- Som komplement till placeringen av friskluftsintag ska ventilationen vara möjlig att stänga av från en centralt placerad plats i verksamheten/byggnaden.
- Att följande rekommenderade markanvändning följs (avstånden utgår från FHCS:s sydvästra hörn, se Figur 12):
 - 0-60 meter: Icke känslig bebyggelse (t.ex. industri, sällanköpshandel, kontor)
 - 60-100 meter: Normal känslig bebyggelse (t.ex. handel, bostäder)
 - > 100 meter: Särskilt känslig bebyggelse (t.ex. skola, sjukhus, hotell)



Figur 12, Beräkningarna visar att individrisken bortom 56 meter från den sydvästra delen av anläggningen (se Figur 9) ligger inom acceptabla nivåer. Cirkeln i denna bild har utökats till radien 60 m och dess centrum är förflyttat till FHCS:s sydvästra hörn. Genom förflyttning av cirkelcentrum och utökning av cirkelradien säkerställs ett konservativt angreppssätt.

Bilaga A. Metod för riskhantering

Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

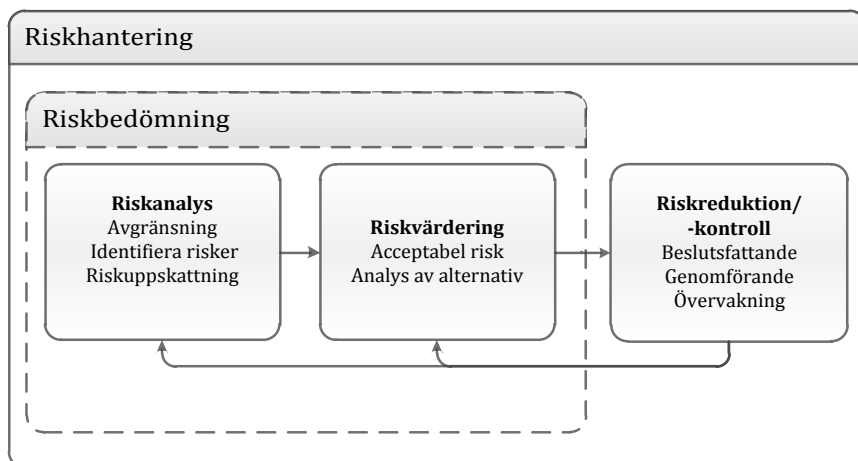
A.1. Begrepp och definitioner

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.

Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [14] [15], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 13.

Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 13. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

A.2. Riskanalysmetoder

A.2.1 *Kvalitativa metoder*

I kvalitativa metoder används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten, utan försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall, eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra [16].

A.2.2 *Semi-kvantitativa metoder*

De semi-kvantitativa metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna, och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ. En riskmatris är ett exempel på ett semi-kvantitativt verktyg [16].

Riskmatriser är vanligt förekommande riskhanteringsverktyg och de kan vara av både kvalitativ och kvantitativ karaktär, se Figur 14. En riskmatris gör det möjligt att grovt rangordna olika skadehändelsers risknivåer. De skadehändelser som finns i matrisens övre högra hörn, d.v.s. de händelser som har hög sannolikhet och allvarliga konsekvenser, utgör stora risker som bör reduceras omedelbart. De skadehändelser som återfinns i matrisens nedre vänstra hörn utgör mindre allvarliga eller obetydliga risker som troligen inte behöver åtgärdas. Nivån på de risker som accepteras bör naturligtvis stämma överens med myndigheters och företagets eller organisationens övergripande nivå för acceptabla risker, om sådana finns formulerade [17].

Sannolikhet/Frekvens								
Kvalitativt	Kvantitativt	Värde						
Sannolik	> 1 gång/ år	5						
Mycket trolig	1 gång/ 1-10 år	4						
Trolig	1 gång/ 10-100 år	3						
Sällsynt	1 gång/ 100-1000 år	2						
Osannolik	< 1 gång/ 1000 år	1						
Värde			1	2	3	4	5	Konsekvens
Konsekvens	Kvantitativt		Över- gående lindriga skador	Enstaka skadade, varaktiga obehag	Enstaka svårt skadade, svåra obehag	Enstaka döda eller svårt skadade	Några döda eller svårt skadade	Liv och hälsa
	Kvalitativt		Obetydlig	Mindre	Stor	Allvarlig	Mycket allvarlig	

Figur 14. Exempel på en semi-kvantitativ riskmatris [18]

A.2.3 Kvantitativa metoder

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [19].

Bilaga B. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som utgjort grund för genomförda bedömningar och beräkningar.

B.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [7] presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg- och transportforskningsinstitutets rapport [20] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Generellt gäller att vägtyper som tillåter högre hastighet är utformade på ett sätt vilket medför en lägre olyckskvot än där lägre hastighetsbegränsning råder. Korsningar, cirkulationsplatser och dylika utformningar ger högst olyckskvot. Antalet singelolyckor och sannolikheten att en olycka leder till en konsekvens med farligt gods (index) ökar med hastigheten.

Antalet trafikolyckor med transport av farligt gods som leder till konsekvens mot omgivningen beräknas enligt Formel 1, del två nedan, och med indata enligt

Tabell 4. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2014 respektive horisontåret 2030.

Formel 1. Beräkningsformel för olyckskvot resp. frekvensberäkning för farligt gods-olycka.

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$
$$Olyckor_{FG} = O \cdot \left[\left(SiO \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} \right) + (1 - SiO) \left(\frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index$$

Tabell 4. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka utan förbud mot transitt transporter.

Indataparameter	Östra Promenaden 2014	Östra Promenaden 2030	Sjötullsgatan 2014	Sjötullsgatan 2030
$\dot{A}DT_{total}$	20 000	25 500	12 000	15 500
$\dot{A}DT_{FG}$	45	57	30	39
Hastighetsgräns (km/h)	50-70	50-70	60	60
Olyckskvot (OK)	0,8	0,8	0,8	0,8
Andel Singelolyckor (SiO)	0,3	0,3	0,3	0,3
Index	0,11	0,11	0,07	0,07
Frekvens FG-olycka	$2,45 \cdot 10^{-3}$	$3,13 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	$1,35 \cdot 10^{-3}$

Tabell 5. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka vid ett förbud mot transittransporter. Endast farligt gods-transporter på lokala avnämare inom centrala Norrköping förekommer.

Indataparameter	Östra Promenaden 2014	Östra Promenaden 2030	Sjötullsgatan 2014	Sjötullsgatan 2030
ÅDT _{total}	20 000	25 500	12 000	15 500
ÅDT _{FG}	1,1	1,1	1,1	1,1
Hastighetsgräns (km/h)	50-70	50-70	60	60
Olyckskvot (OK)	0,8	0,8	0,8	0,8
Andel Singelolyckor (SiO)	0,3	0,3	0,3	0,3
Index	0,11	0,11	0,07	0,07
Frekvens FG-olycka	$5,70 \cdot 10^{-4}$	$5,36 \cdot 10^{-4}$	$5,36 \cdot 10^{-4}$	$5,39 \cdot 10^{-4}$

B.2. Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [21] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 6 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 6. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [21].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [22].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartad brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
Klass 6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [20]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

År 2009 skedde totalt sett i hela Sverige omkring 415 000 transporter och den totala mängden gods var drygt 10 miljoner ton (3).

Andelen tunga transporter på aktuella vägar uppgår enligt statistik från Norrköpings kommun till 9 % på Östra promenaden och 10 % på Sjtöullsgatan. Inga uppgifter finns hos kommun på andelen farligt gods. Av andelen tunga transporter antas 2,5 % utgöras av farligt gods vilket motsvarar medelvärdet på Sveriges vägnät.

I Tabell 7 nedan redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån en sammanvägning av 1998 och 2006 års transportstatistik samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken (3).

Tabell 7. Antalet farligt gods-transporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.

	Östra Promenaden 2014	Östra Promenaden 2030	Sjtöullsgatan 2014	Sjtöullsgatan 2030
ÅDT _{FG}	45	57	30	39
ADR-S klass 1	2,32 %	2,32 %	2,32 %	2,32 %
ADR-S klass 2.1	11,87 %	11,87 %	11,87 %	11,87 %
ADR-S klass 2.3	0,08 %	0,08 %	0,08 %	0,08 %
ADR-S klass 3	72,74 %	72,74 %	72,74 %	72,74 %
ADR-S klass 5	3,48 %	3,48 %	3,48 %	3,48 %
ADR-S övriga	9,51 %	9,51 %	9,51 %	9,51 %

Tabell 8. Fördelningen mellan ADR-S-klasser när endast transporter till lokala avnämare inom centrala Norrköping förekommer på respektive väg.

	Östra Promenaden 2014	Östra Promenaden 2030	Sjötullsgatan 2014	Sjötullsgatan 2030
ÅDT _{FG}	1,1	1,1	1,1	1,1
ADR-S klass 1	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
ADR-S klass 2.1	53,6 %	53,6 %	53,6 %	53,6 %
ADR-S klass 2.3	7,7 %	7,7 %	7,7 %	7,7 %
ADR-S klass 3	1,2 %	1,2 %	1,2 %	1,2 %
ADR-S klass 5	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
ADR-S övriga	37,50 %	37,50 %	37,50 %	37,50 %

Bilaga C. Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med händelseträdsmetodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

C.1. ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

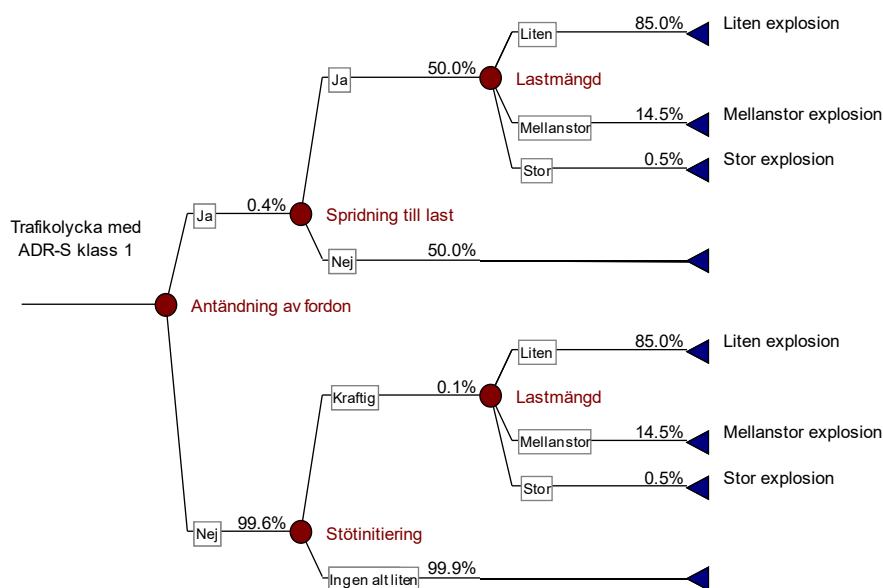
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [21]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.

C.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuv. MSB) [23] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexlosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplösiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplösiva varor.

C.1.2 Händelsetråd med sannolikheter

Figur 15 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.



Figur 15. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

C.1.2.1. Antändning av fordon

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.

Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer [24]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [25] [26].

C.1.2.2. Brandspridning till lasten

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats [27] med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor. Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan [28], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

C.1.2.3. Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [29]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [30] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %. Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

C.1.2.4. Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen [31] [32].

Statistik från Räddningsverket (nuv. MSB) [33] anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor [34]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktclasserna uppgår enligt Polisens [35] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 9, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 9. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %.	150 kg

C.2. ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) [21]. Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

C.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga². Brandfarliga gaser är ofta luktfria [36]. Gasol ansätts som dimensionerande ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns samt att den transporteras tryckkondenserad och i stor utsträckning gör ämnet till ett konservativt val [28].

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Nedanstående avsnitt beskriver hur en olycka med gods i klass 2.1 kan ta uttryck, samt vilka dimensionerande scenarier och tänkbara skadehändelser som kan uppträda.

C.2.1.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [37]. Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 [7].

C.2.1.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade [7] utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % [7].

C.2.1.3. Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [38], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

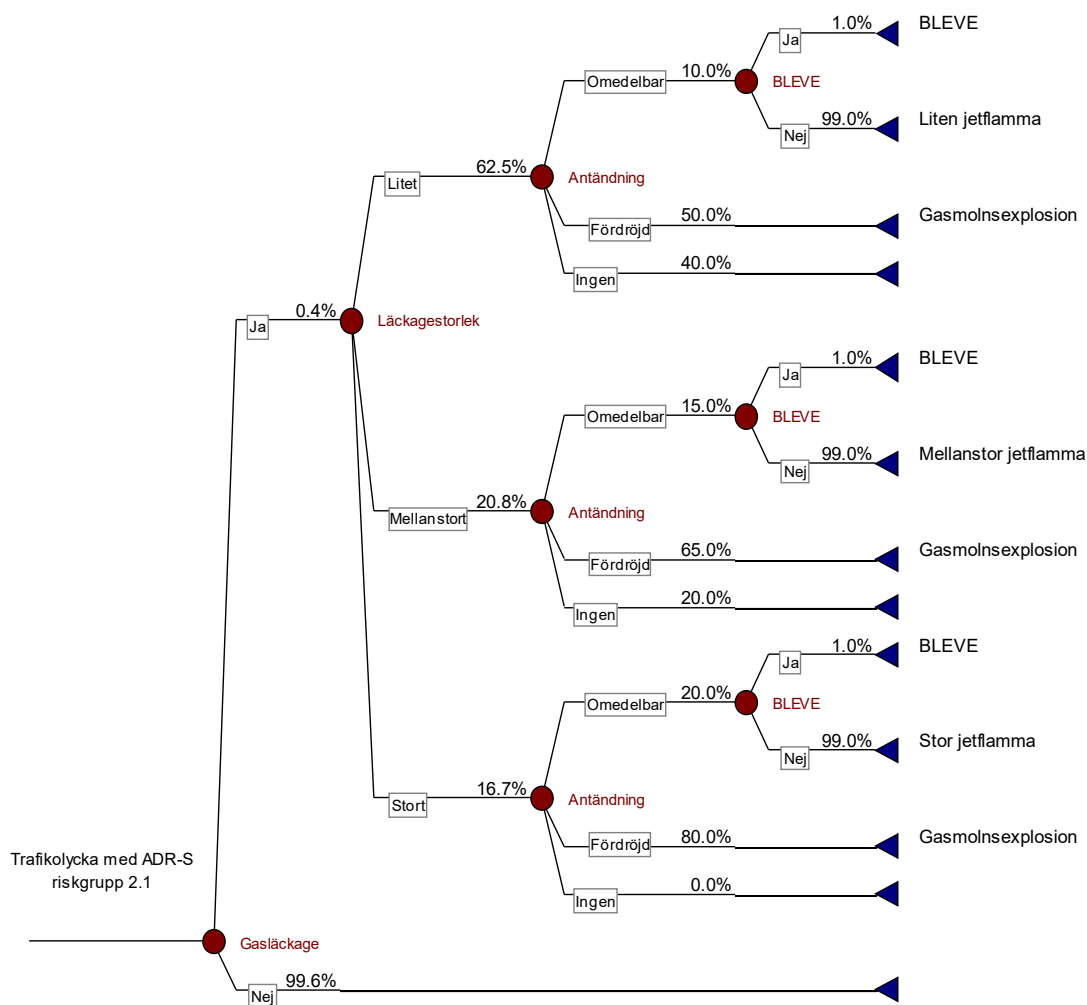
² Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

C.2.1.4. BLEVE

En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 16 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 16. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

C.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

ADR-S riskgrupp 2.3 omfattar giftiga gaser, exempelvis ammoniak, fluorväte, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

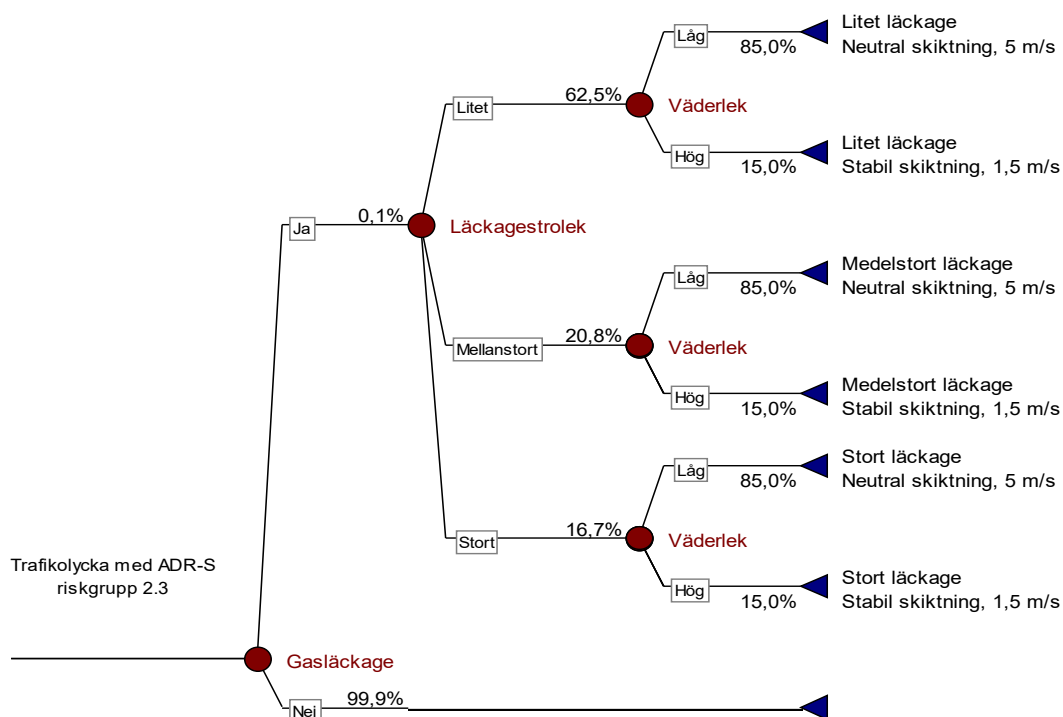
C.2.3.1. Representativt ämne

Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

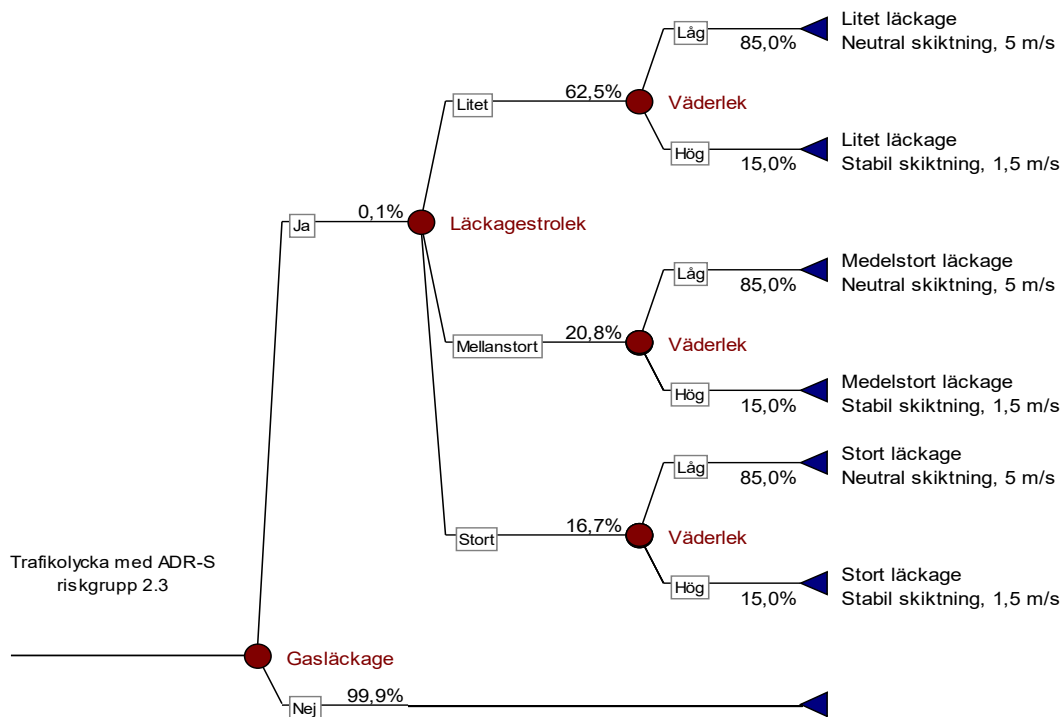
C.2.3.2. Toxikologiska gränsvärden

För att kvantifiera skadeutfallet vid exponering av ett giftigt ämne finns en rad olika gränsvärden. Då riskbedömningen baseras på frekvensen för dödsfall görs ansätts LC₅₀ som dimensionerande gränsvärde. LC₅₀ är den koncentration där mortaliteten i en normalfördelad population är 50 % för en given exponeringstid. I beräkningarna ansätts konservativt att skadeutfallet inom beräknat konsekvensområde är 100 %.

C.2.4 Händelseträd med sannolikheter



Figur 17



Figur 17. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

C.2.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [7]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [37]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [7], i Figur 17 avrundat till 0,1.

C.2.4.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %; 20,8 % och 16,7 % [7].

C.2.4.3. Väderlek

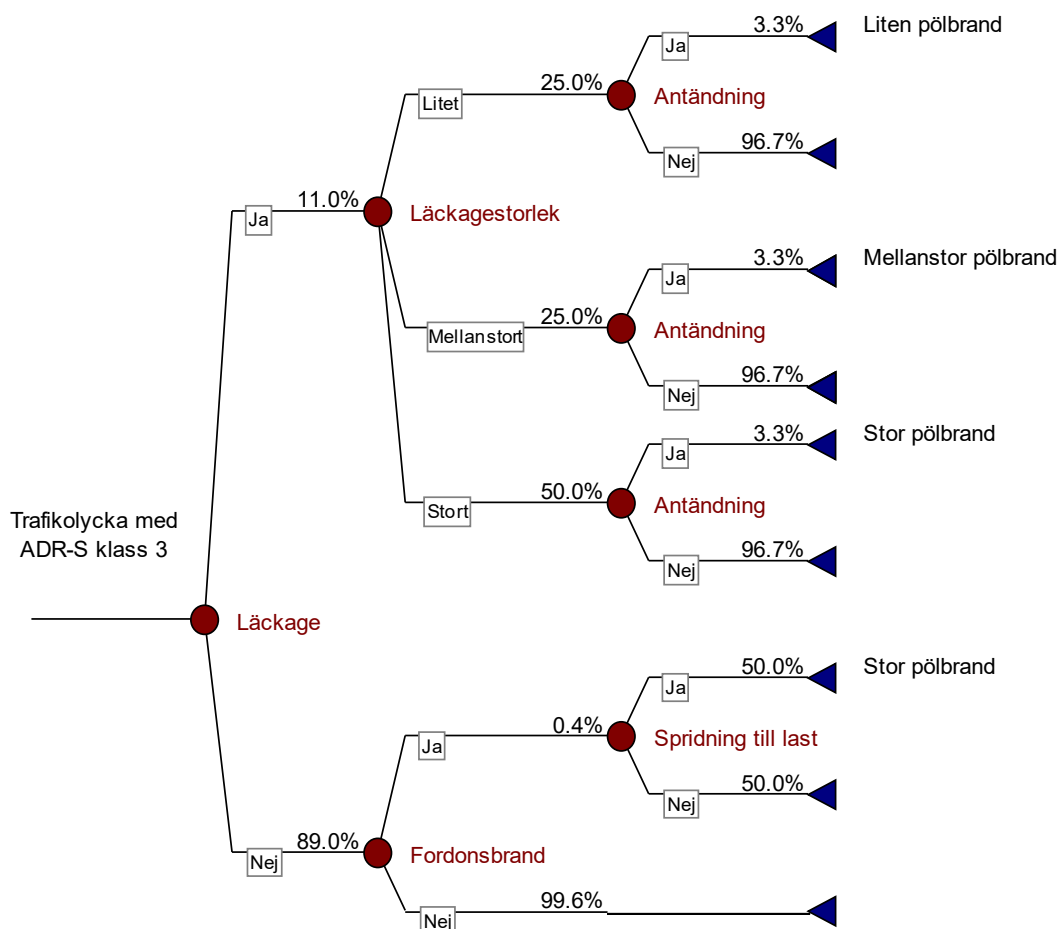
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varieras gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två typer av väderlek – Neutral atmosfärisk skiktning, stabilitetsklass D, med en vindhastighet på 5 m/s samt med en extremt stabil skiktning, stabilitetsklass F, med en vindhastighet på 1,5 m/s. Den förstnämnda representerar genomsnittligt väder, vilket förekommer omkring 85 % av tiden, och den sistnämnda representerar ogynnsamt väder vilket anses råda under resterande 15 % av tiden.

C.3. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

C.3.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 18 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 18. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 4.

C.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se

Tabell 4.

C.3.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset [39] [40]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [7]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

C.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [41]. Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas

samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensen. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensen, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [30].

C.3.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt C.1.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

C.4. ADR-S Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

ADR-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

C.4.1 *Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1*

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [21].

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [42]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [43] och FOI [44] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensen, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper [45].

C.4.2 *Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2*

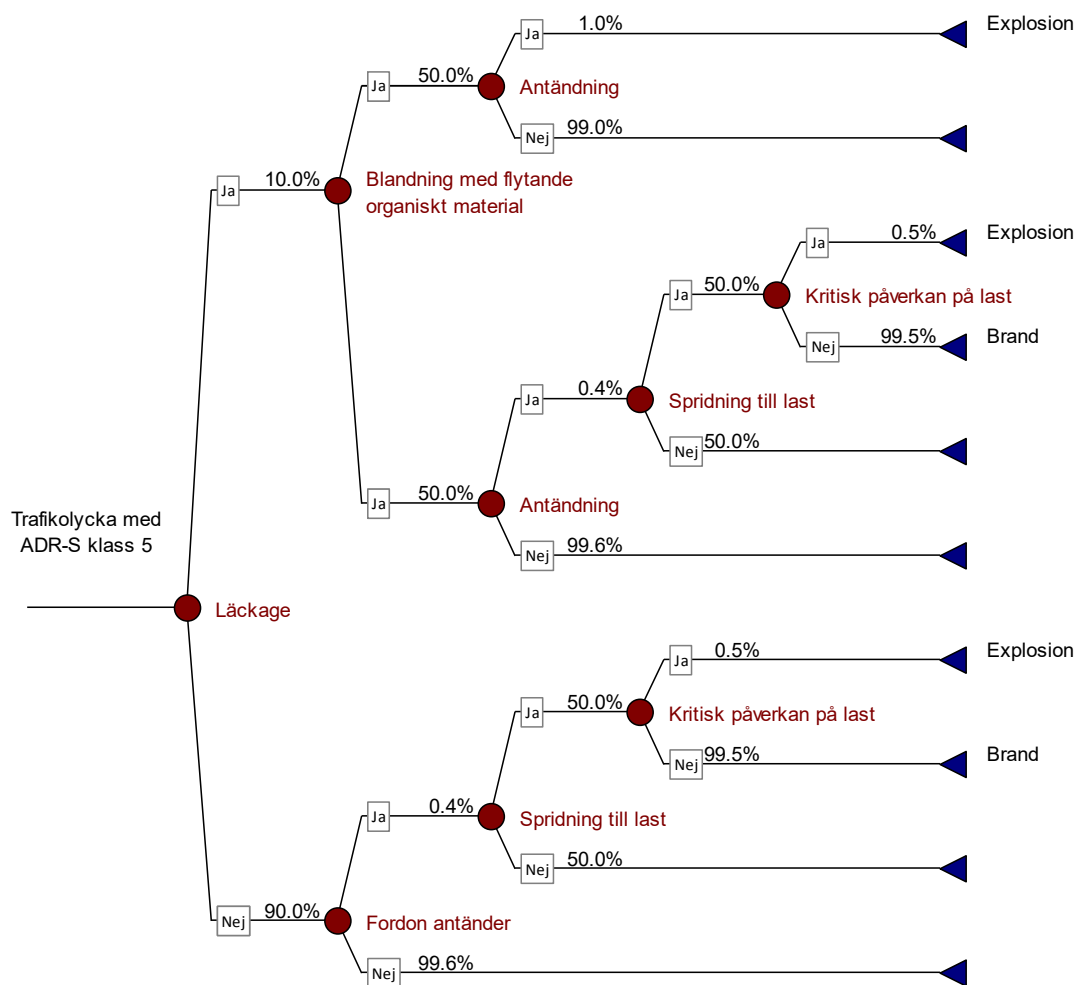
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [36]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

C.4.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter [46], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

C.4.2.2. Händelsetråd med sannolikheter

Figur 19 redovisar ett händelsetråd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 19. Händelsetråd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

C.4.2.3. Läckage

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton [47]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkänning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

C.4.2.4. Blandning med flytande organiskt material

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom bensin. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

C.4.2.5. Antändning av blandning

För att blandningen av ammoniumnitrat och bränsle ska explodera krävs att energi tillförs. I denna bedömning har explosion till följd av olyckan antagits ske med en sannolikhet av 1 %. Antagandet baseras på statistik avseende antändning av ett utsläpp med brandfarlig vätska och bedöms vara en konservativ uppskattning då brandfarlig vätska antas vara mer lättantändlig.

C.4.2.6. Antändning av oblandat gods

Sannolikheten för en antändning efter ett utsläpp av lasten, men utan att den blandats med organiskt material, bedöms utifrån ämnets egenskaper vara lika stor som sannolikheten att fordonet i sig fattar eld vid olyckan, det vill säga 0,4 %.

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt C.1.2) är denna cirka 0,4 %.

C.4.2.7. Brandspridning till lasten

För att ett explosivt förlopp ska ske i detta fall krävs tillförsel av energi i form av antingen en brand eller detonation i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. Sannolikheten för att fordonsbranden ska sprida sig till lastutrymmet beror bland mycket annat på fordonets utformning och hur lasten förvaras. Enligt tidigare resonemang antas sannolikheten för brandspridning till lasten vara 50 %.

C.4.2.8. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [43]. Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett självunderhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas [42]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

C.5. Ackumulerad olyckspåverkan

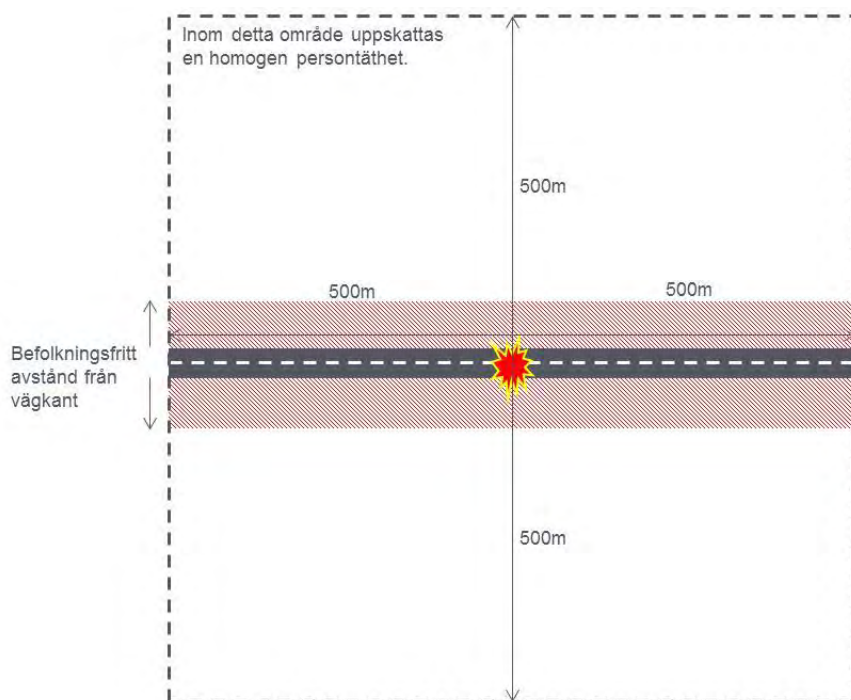
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till.

Bilaga D. Konsekvensberäkningar

I detta avsnitt beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadeutfallet för olika klasser kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive ADR-S klass.

D.1. Persontäthet

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 20.



Figur 20. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast vägkant. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta baserad på avståndet till väg ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsriskberäkningarna.

För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmättet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

D.2. Antagande om olyckans placering

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från vägkant närmast området.

Om det finns en mittbarriär eller avståndet mellan två körriktningar är stort används ett differentierat konsekvensavstånd. Individriskkurvor från respektive körfält slås ihop till en, där det ena körfältets konsekvensavstånd korrigerats för att gälla för det ökade avståndet från vägkanten.

D.3. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

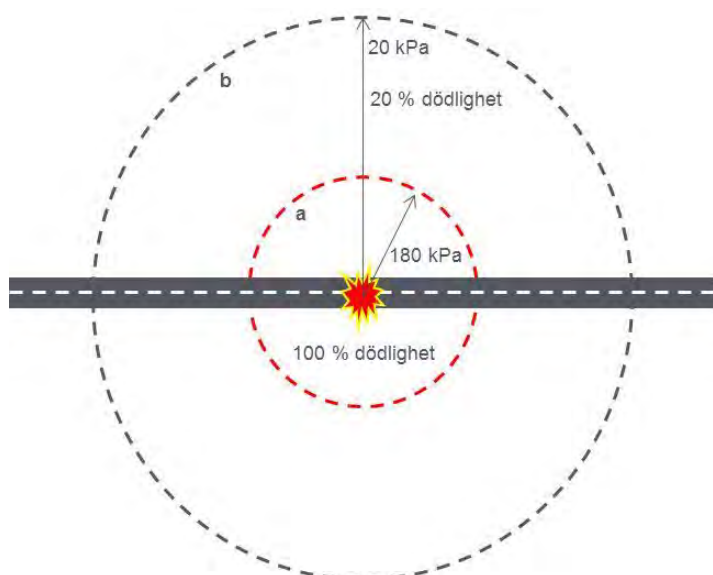
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [48].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [49]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa enligt Figur 21.



Figur 21. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [50] har avstånd, dit tryckvägen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i

Tabell 10. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 10. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstötvägen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 meter	88 meter
Stor explosion	16 000 kg	62 meter	193 meter

D.4. ADR-S klass 2 – Gaser

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brandfarliga och giftiga gaser. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken ungefärlig spridningsvinkel som konsekvensområdet får.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

D.4.1 ADR-S riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brandfarlig gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar, och att mängden gas i en tankbil är 25 ton.

Programvaran *Spridning Luft* [51] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [7] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet. I Tabell 11 nedan ses framräknad läckagestorlek för gasol.

Tabell 11. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, Ø	Läckagestorlek, A
Litet	0,09 kg/s	0,32 cm	0,08 cm ²
Mellanstort	0,9 kg/s	1,03 cm	0,83 cm ²
Stort	17,9 kg/s	4,56 cm	16,4 cm ²

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

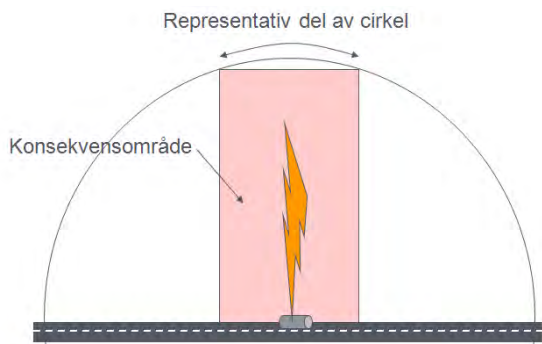
D.4.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [49]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

D.4.1.2. Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [49], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [52] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 22.



Figur 22. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.4.2 Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran Spridning Luft [51] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 22.

D.4.3 Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

- BLEVE 170 meter
- Liten jetflamma 5 meter
- Medelstor jetflamma 17 meter
- Stor jetflamma 73 meter
- Gasmolnsexplosion 42 meter

D.4.4 ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenarier enligt Tabell 12. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt Bilaga C och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 12. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC _{50@30 min}	Spridningsvinkel
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	20°
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	20°
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	690 meter	20°

D.5. ADR-S klass 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [28] [53].

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar [28]. I Tabell 13 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 13. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m ²	22,5 meter
Stort utsläpp	400 m ²	30 meter

D.6. ADR-S klass 5

Två typer av olycksscenarier med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand.

D.6.1.1. Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [45]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

D.6.1.2. Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

Bilaga E. Riskberäkningar för FHCS

I denna Bilaga redovisas de spridningssimuleringar som har genomförts för de olycksscenarioer som bedöms kunna medföra allvarliga konsekvenser bortom FHCS:s verksamhetsområde.

Olycksfrekvensen för respektive olycksscenario är hämtade från FHCS:s egen riskbedömning från år 2013 [5].

E.1.1 Pölbrand av koldisulfid vintertid (brott på rörledning)

Om utsläppet på 227 liter koldisulfid inträffar under vinterhalvåret bildas en pöl under rörledningen vilken antas antändas. Konservativt antas hela den utsläppta mängden delta i brandförloppet. Förbränningen av koldisulfid resulterar i ett utsläpp på 82-164 kg³ svaveldioxid per minut som sprids från pölbranden. De nya beräkningarna indikerar dock på att utsläppet av svaveldioxid från pölbranden endast ger upphov till en marginell riskpåverkan för omgivningen. Risken för att individer som befinner sig utanför FHCS:s verksamhetsområde ska omkomma givet att utsläppet inträffar vintertid bedöms vara mycket låg. Följande faktorer utöver den begränsade mängden koldisulfid bidrar till att olycksscenarioets påverkan på omgivningen kan antas vara marginell:

- Brinntiden för pölbranden varierar mellan 3-6 minuter beroende av pölens area. Tiden som rökgaserna från pölbranden påverkar en koordinat i utsläppets rörelseriktning kan antas vara samma som brinntiden. Exponeringstiden blir därmed relativt kort vilket i sin tur förutsätter höga koncentrationer av SO₂ för att individer ska riskera att omkomma.
- Förbränningsprodukterna från pölbranden har en mycket högre temperatur än omgivande luftmassor och stiger därmed uppåt.
- Den höga utsläppshöjden samt temperaturen resulterar i att gasplymen av svaveldioxid hinner spädas ut (pga. turbulens och expansion) innan den sjunker mot marknivå. Beräkningarna visar att koncentrationen av svaveldioxid i gasplymen när den når marknivån (efter cirka 50-60 meter från pölbranden) ligger långt under dödliga nivåer sett till exponeringstiden.

Detta olycksscenario bedöms därmed efter genomförda beräkningar och simuleringar inte ge något signifikant bidrag till individ- och samhällsrisk. Simuleringar av utsläppet visar att IDLH-värdet för SO₂ (300 ppm) kan överskridas upp till 650 meter från pölbranden vid konservativt ansatta stabilitets- och vindförhållanden. Exponeringstiden för IDLH-koncentrationen blir dock enligt tidigare resonemang gällande brinntiden för pölbranden relativt kort (3-6 min).

E.1.2 Utsläpp av koldisulfid sommartid (brott på rörledning)

Om utsläppet på 227 liter koldisulfid inträffar under sommarhalvåret kommer utsläppet förångas relativt snabbt och ingen varaktig pöl bildas. Simuleringar av utsläppet visar att konsekvensavståndet inom vilket individer kan förväntas omkomma (2000 ppm, 5 min) blir cirka 45 meter. IDLH-värdet på 500 ppm⁴ för koldisulfid överskrids upp till 90 meter från utsläppskällan. Risken för att individer (tredje man) som befinner sig utanför FHCS:s verksamhetsområde ska omkomma bedöms dock p.g.a. det korta konsekvensavståndet (2000 ppm, 5 min) vara låg. Den förväntade konsekvensen om utsläppet inträffar bedöms vid konservativa antaganden bli en omkommen individ (tredje man).

³ Massflödet av svaveldioxid från pölen beror på brinntiden. En pöl med koldisulfid på 23 m² förbränns på 6 minuter vilket genererar ett utsläpp av svaveldioxid på i medeltal 82 kg/min. En pöl på 45 m² förbränns på 3 minuter vilket genererar ett utsläpp på i medeltal 164 kg svaveldioxid per minut.

⁴ IDLH (Carbon disulphide) = Immediately dangerous to life or health, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (U.S. Department of Health and Human Services). IDLH-värdet för koldisulfid avser den koncentration där exponerade individer kan drabbas av ett flertal psykiska störningar (exempelvis humörsvängningar, hallucinationer).

E.1.3 *Utsläpp av ammoniak från kylanläggning*

De föreslagna skyddsåtgärderna innebär bland annat att kylmaskiner inom anläggningen byts ut till nya modeller vilka kräver en betydligt mindre mängd ammoniak. Konservativt bedömer FHCS att den största kylmaskinen efter bytet som mest kommer att nyttja cirka 150 kg ammoniak i sin process. Utsläppet av ammoniak från de modernare kylmaskinerna simuleras med följande förutsättningar:

- Den olycksfrekvens som FHCS uppskattade för de nuvarande kylmaskinerna inom anläggningen används vid beräkningarna av risken då olycksfrekvenser för de nya maskinerna inte finns att tillgå.
- Den totala utsläppa mängden antas konservativt vara 150 kg och pågå under 30 minuter.
- Vid simuleringen beaktas ej att högnivåalarmet i lokalen kommer att stänga av ventilationen vid händelse av utsläpp. Beräknade konsekvensavstånd bör således betraktas som konservativa då utsläppt mängd till omgivningen troligtvis överskattas.

Simuleringar av utsläppet visar att konsekvensavståndet inom vilket individer kan förväntas omkomma (LC₅₀: 4600 ppm, 30 min) blir cirka 56 meter. Vidare så överskrider IDLH (300 ppm) koncentrationer upp till 200 meter från utsläppskällan. Den förväntade konsekvensen om utsläppet inträffar bedöms vid konservativa antaganden bli en omkommen individ (tredje man).

E.1.4 *Osäkerheter*

Gränsvärden för svaveldioxid och ammoniak avseende dödliga koncentrationer (LC₅₀) sett till exponeringstiden har beräknats med hjälp av FOA:s probitfunktion [49]. FOA:s probitfunktion är konservativ och genererar större skadeutfall vid längre koncentrationer jämfört med exempelvis probitfunktionen i CPR 16E [10] för respektive ämne. Detta medför således också att de beräknade konsekvensavstånden för respektive utsläpp blir konservativa uppskattningar.

Jämfört med FHCS:s egen riskbedömning från 2014 för verksamheten används i denna riskbedömning mer konservativt ansatta stabilitetsklasser vid spridningsberäkningarna för utsläppen. Vidare så är FOA:s probitfunktion för skadeutfall mer konservativ än de probitfunktioner som användes vid FHCS:s egen riskbedömning.

Simuleringarna visar att IDLH-värdet för alla analyserade olycksscenarioer överskrider långt utanför FHCS:s verksamhetsområde vid ett utsläpp. IDLH-värdena är dock bara intressanta ur en beredskapssynpunkt och är inte dimensionerande för själva riskbedömningen. Sannolikheten att omkomma vid exponering under 30-60 minuter för IDLH-koncentrationer för respektive undersökt ämne är väldigt liten.

- IDLH-värdet för koldisulfid överskrider upp till 90 meter från rörledning (i den rådande vindriktningen vid olyckstillfället).
- IDLH-värdet för svaveldioxid kan överskridas upp till 650 meter från pölbranden (i den rådande vindriktningen vid olyckstillfället). Dock bedöms exponeringstiden vara relativt kort (3-6 minuter).
- IDLH-värdet för ammoniak vid utsläppet från kylanläggningen överskrider upp till 200 meter från kylanläggningen (i den rådande vindriktningen vid olyckstillfället).

Bilaga F. Referenser

- [1] E. Laurin och H. Selin, "Förstudie Övergripande riskbedömning för detaljplan Kv. Exporten 9, Norrköping," WSP, Norrköping, 2014.
- [2] Norrköpings kommun, "Framtida Norrköping översiktsplan 2002 utvecklingsplan för staden," Norrköpings kommun, Norrköping, 2002.
- [3] Linköping kommun & Norrköping kommun, "Gemensam översiktsplan Linköping och Norrköping," Linköping kommun & Norrköping kommun, 2010.
- [4] Norrköping kommun, "Handlingsprogram för skydd mot olyckor," Norrköping kommun, Norrköping, 2010.
- [5] Länsstyrelsen Östergötland, "Begäran om förbud mot farligt gods inom Norrköpings kommun," Länsstyrelsen Östergötland, Linköping, 2017.
- [6] Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB, "Anmälan: Freudenberg Home and Cleaning Solutions AB omfattas inte av Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.," Norrköping, 2016.
- [7] Länsstyrelsen Östergötland, "Anmälan om minskad hantering av farliga kemikalie mängder enligt förordningen (2015:236) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor," Länsstyrelsen Östergötland, Linköping, 2017.
- [8] L. Ljungström, Interviewee, *HSE-manager på FHCS*. [Intervju]. 19 05 2016.
- [9] R. Carstensen och H. Selin, "Detaljerad riskbedömning för detaljplan - Transport av farligt gods på E22 Kneippen Syd (etapp 2), Norrköping," WSP Brand & Risk, Norrköping, 2012.
- [10] F. H. a. C. S. A. (FHCS), "Riskanalys för svampduksproduktion i Kvarteret Flöjten i Norrköping," FHCS, Norrköping, 2013.
- [11] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [12] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [13] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [14] Committee for the Prevention of Disasters caused by Dangerous Substances, "CPR 16E "Green Book", 1992.
- [15] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [16] Martin Thomasson, "Riskreducerande åtgärder - Effektvärdering med tillämpning på transport av farligt gods," LTH, Lund, 2017.
- [17] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [18] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [19] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [20] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [21] Räddningsverket, *Handbok för riskanalys*, Karlstad: Räddningsverket, 2003.

- [22] J. Nilsson, *Introduktion till riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2003.
- [23] F. Nystedt, *Riskanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [24] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [25] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [26] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [27] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [28] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [29] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [30] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [31] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [32] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [33] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [34] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [35] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [36] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplor EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [37] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [38] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [39] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [40] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [41] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [42] G. Purdy, "Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 3 (1993), pp. 229-259, 1993.
- [43] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [44] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [45] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [46] G. Marlair och Kordek, M-A, "Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers," *Journal of Hazardous Materials*, pp. A123. pp 13-28, 2005.

- [47] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [48] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [49] R. Forsén, FOI, 2009.
- [50] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [51] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [52] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [53] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [54] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [55] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [56] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [57] BBR, Boverket, 2006.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 36 500 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 3 700 medarbetare. www.wsp.com

WSP Stab

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

