



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Detaljerad riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på väg 73

Kalvö verksamhetsområde, Nynäshamn

2016-02-29

Rev 1: 2016-04-12

Uppdragsgivare

Nynäshamns Kommun
Mark och exploatering
Sandra Zachrisson

WSP kontaktperson

Gustav Nilsson
Arenavägen 7
121 88 Stockholm-Globen
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
WSP Sverige AB
Org nr: SE556057488001
Styrelsens säte: Stockholm
<http://www.wspgroup.se>

Dokumenthistorik och kvalitetskontroll

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Datum	2016-02-29	2016-04-12		
Handläggare	Erik Svedberg	Erik Svedberg		
Signatur	ES	ES		
Granskare	Katarina Herrström	Katarina Herrström		
Signatur	KH	KH		
Godkänd av	Gustav Nilsson	Gustav Nilsson		
Signatur	GNi	GNi		
Uppdragsnummer	10226801	10226801		

Revision 1 (2016-04-12) har genomförts efter förfrågan om förtydliganden i bedömning av känslighetsanalys för utbyggnad av Norviks hamn och ökande LNG-hantering. Reviderade stycken markerar med vertikalt streck i högermarginal likt för detta stycke.

Sammanfattning

WSP har på uppdrag av Nynäshamns kommun ombetts genomföra en riskbedömning beskriver och värderar risknivåer för Kalvö verksamhetsområde med avseende på olycksrisker förknippade med transport av farligt gods på väg 73. De risker som beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa.

Planområdet Kalvö verksamhetsområde ligger i Nynäshamns kommun cirka 1,5 kilometer norr om Nynäshamns tätort. Markanvändningen inom Kalvö verksamhetsområde är till största del vigd åt mindre industrier och verksamheter. Inom området finns även ett större antal park- och rekreationsytor. Förslaget med att utvidga rådande detaljplan innefattar att göra om stora delar av parkområdena till ny markanvändning för mindre industrier och verksamheter. Den nya planen innebär även att två nya markområden mot väg 73 upprättas. Markanvändningen inom dessa två områden är i nuläget inte fastslagen utan kan komma att användas både för mer besöksintensiva verksamheter eller för mindre industriell verksamhet/lager, dock ej för bostäder.

Resultatet av analysen visar på acceptabla risknivåer, både med avseende på individrisk och samhällsrisk. Således bedöms andra risker bli vägledande vid val av markanvändning, speciellt risker förknippade med markanvändning intill vattenskyddsområdet. Denna typ av risker beskrivs vidare i rapporten *Riskbedömning vattenskyddsområde – Kalvö Verksamhetsområde, WSP, 2016*.

Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras. Ändrade förutsättningar som identifierats är en framtida utbyggnad av industrispår, hamn i Norvik eller ökad verksamhet vid LNG-terminalen då rapportens känslighetsanalys visar på att detta kan leda till förändringar för beräknade risknivåer inom planområdet.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Syfte och mål	5
1.3	Avgränsningar	5
1.4	Styrande dokument	5
1.5	Underlagsmaterial	8
1.6	Internkontroll.....	8
2	Områdesbeskrivning	8
2.1	Omgivning	8
2.2	Planområdet	9
2.3	Väderförhållanden	10
2.4	Infrastruktur	12
3	Omfattning av riskhantering och metod.....	14
3.1	Begrepp och definitioner.....	14
3.2	Metod för riskinventering	14
3.3	Metod för riskuppskattning.....	15
3.4	Metod för riskvärdering	16
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder	18
4	Riskidentifiering.....	19
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor.....	19
4.2	Transportleder för farligt gods.....	19
4.3	Sammanställning av olycksscenarier	22
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	23
5.1	Risknivå.....	23
6	Diskussion.....	25
6.1	Identifiering av osäkerheter	25
6.2	Känslighetsanalys.....	25
6.3	Sammanfattad bedömning av risknivåerna	28
6.4	Riskreducerande åtgärder	28
7	Slutsatser	29

Bilagor

Bilaga A.	Statistiskt underlag	30
Bilaga B.	Frekvensberäkningar	31
Bilaga C.	Konsekvensberäkningar	39
Bilaga D.	Referenser.....	46

1 Inledning

WSP har av Nynäshamn Kommun fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med utökning av rådande detaljplan för Kalvö verksamhetsområde i Nynäshamn kommun. Riskbedömningen avser beskriva riskbilden för planområdet, och därmed utgöra en grund för att bedöma lämpligheten med detaljplanen, samt vid behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

1.1 Bakgrund

Utökad detaljplan är under utveckling för Kalvö verksamhetsområde, med syfte att möjliggöra ytterligare markanvändning för lättare, icke störande industri och verksamhetsutövning, samt för handel inom planområdet. Sydväst om planområdet löper väg 73 som är primär transportled för farligt gods [1]. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är ca 110 meter. Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [2]. Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Riskbedömningen upprättas som ett beslutsunderlag om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på riskreducerande åtgärder.

1.3 Avgränsningar

I riskbedömningen belyses risker förknippade och transport av farligt gods på väg 73. De risker som har beaktats är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Egendomsskador, eventuella skador på naturmiljön eller skador orsakade av långvarig exponering för avgaser eller buller har inte beaktats.

Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras. Som komplement till denna riskanalys har en riskbedömning med avseende på vattenskyddsområdet vid Kalvö verksamhetsområde upprättats, se dokument *Riskbedömning vattenskyddsområde – Kalvö Verksamhetsområde, WSP, 2016*.

1.4 Styrande dokument

Plan- och bygglagen (2010:900) anger följande:

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:

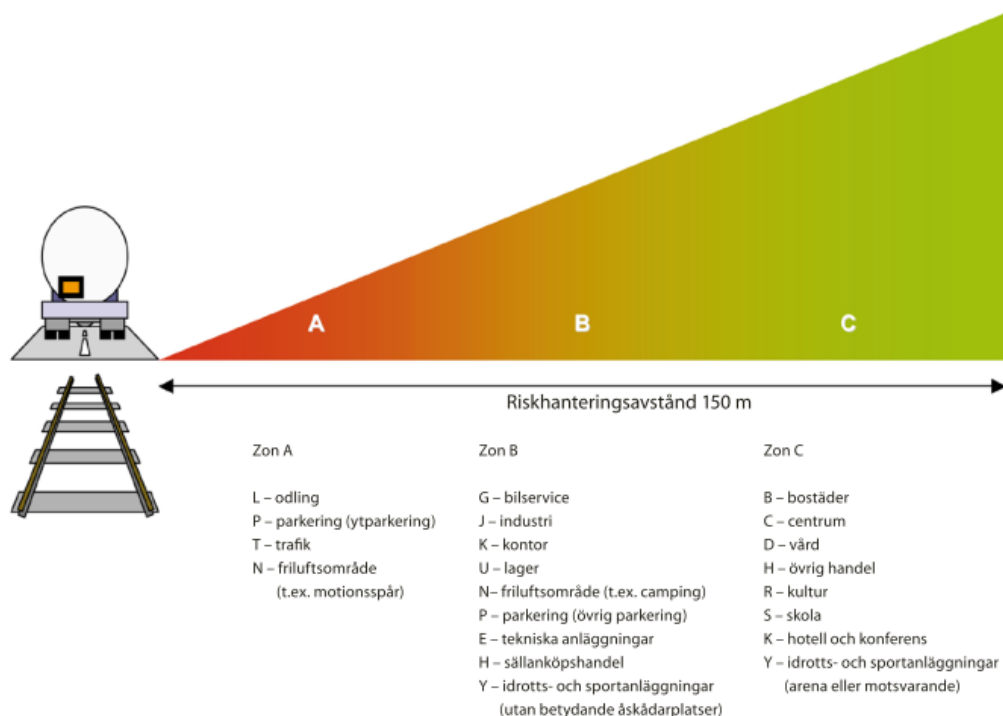
1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till:

2. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (2 kap. 6§).

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen [2] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i

anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.



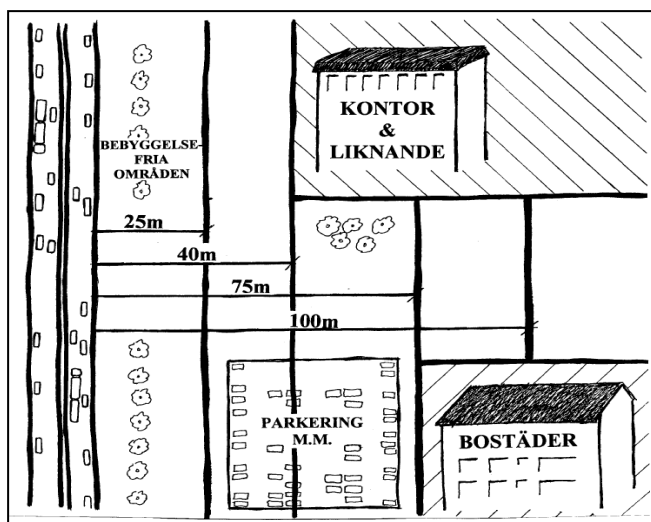
Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [2].

Länsstyrelsen i Stockholms län har dessutom gett ut rekommendationer som stöd i arbetet med att ta hänsyn till risker i planprocessen, till exempel:

- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag [3].
- Riskhantering i detaljplaneprocessen [2].

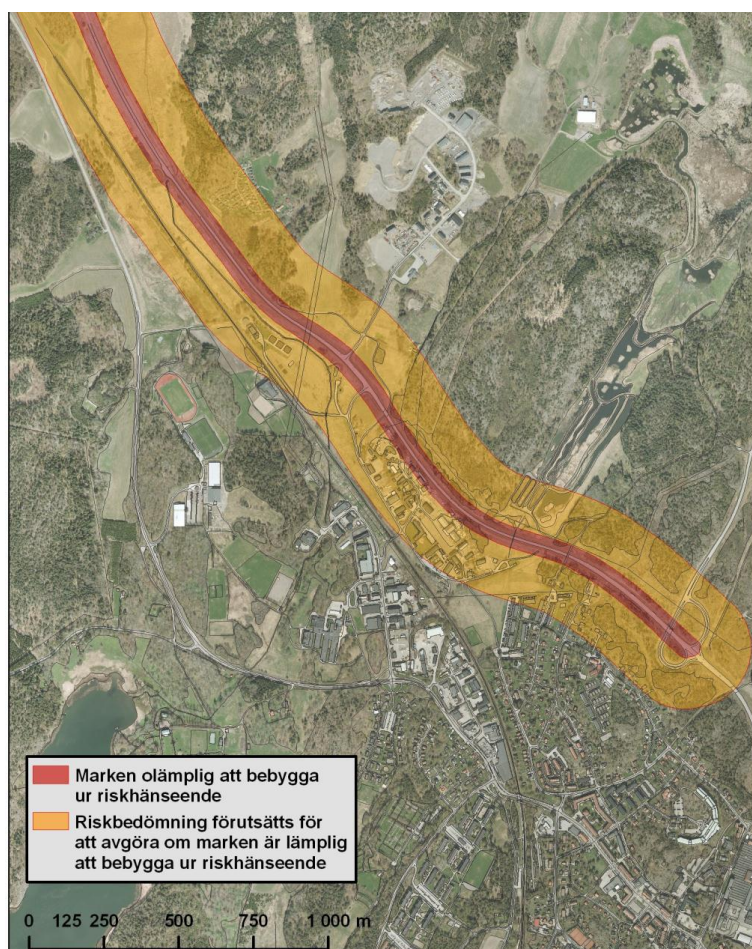
Dessa dokument utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser i bl.a. planärenden. De skyddsavstånd och hänsynsregler som finns i dessa rekommendationer har beaktats vid genomförandet av denna riskbedömning.

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer som ny bebyggelse kan planeras [4] Rekommendationerna innebär kortfattat att området 25 meter från vägar med farligt gods ska lämnas bebyggelsefritt, Figur 2. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 40 meter medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 75 meter. För bensinstationer gäller att ambitionen vid nyplanering alltid bör vara att hålla ett avstånd på minst 100 meter från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.



Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse [4].

För Nynäshamns kommun finns även en övergripande riskstrategi upprättad [5]. Målet med riskstrategin är att utgöra ett planeringsunderlag för politiker och tjänstemän i Nynäshamns kommun. Riskstrategin ska ge en helhetsbild av olycksrisker, avseende människors hälsa och säkerhet, inom Nynäshamns tätort och dess närhet. I arbetet med riskstrategin ingick att identifiera zoner med olika risknivåer och ge riktlinjer för hur man i kommande detaljplanering kan uppnå en acceptabel risknivå. Den del av riskstrategin som behandlar väg 73 i höjd med planområdet redovisas i Figur 3.



Figur 3. Zonindelning av norra delen av Riksväg 73.

1.5 Underlagsmaterial

Arbetet baseras på följande underlag:

- Planprogram
- Eventuella tidigare genomförda (av WSP eller av andra) utredningar
- Tidigare riskbedömningar i närområdet
- Övergripande riskstrategi Nynäshamn kommun

1.6 Internkontroll

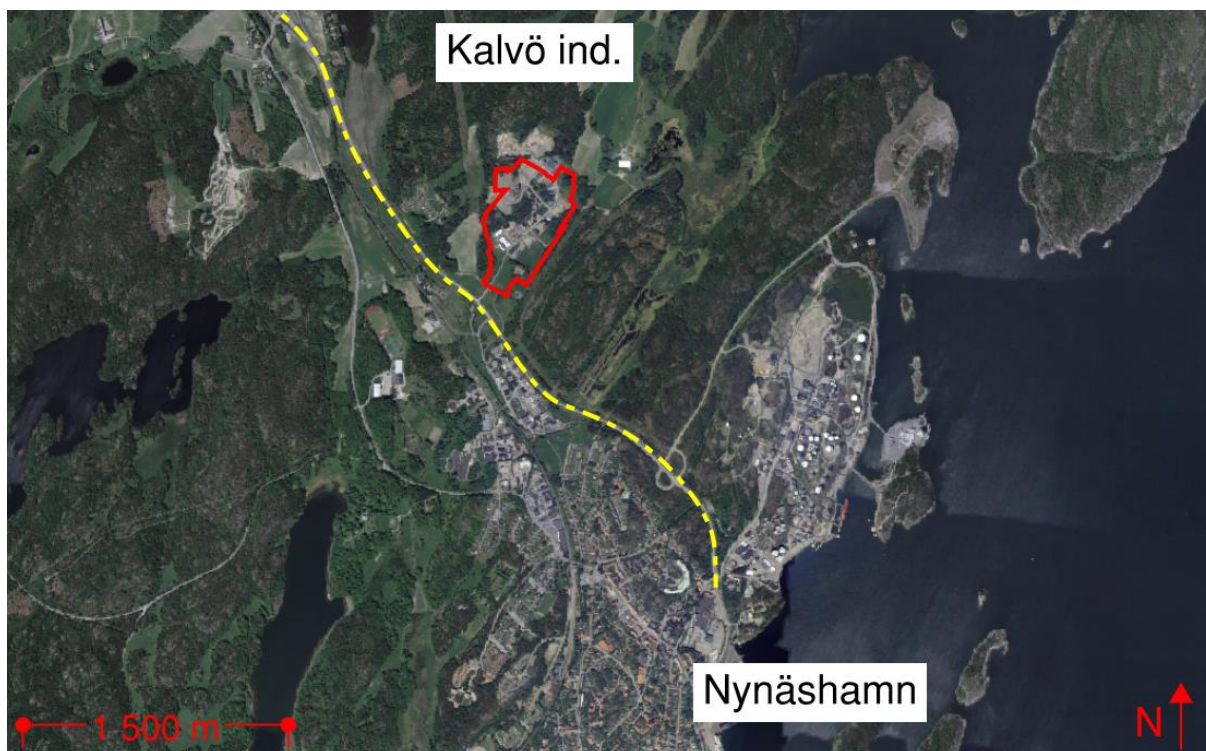
Rapporten är utförd av Erik Svedberg (Civilingenjör Riskhantering) med Gustav Nilsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Katarina Herrström (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering).

2 Områdesbeskrivning

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning.

2.1 Omgivning

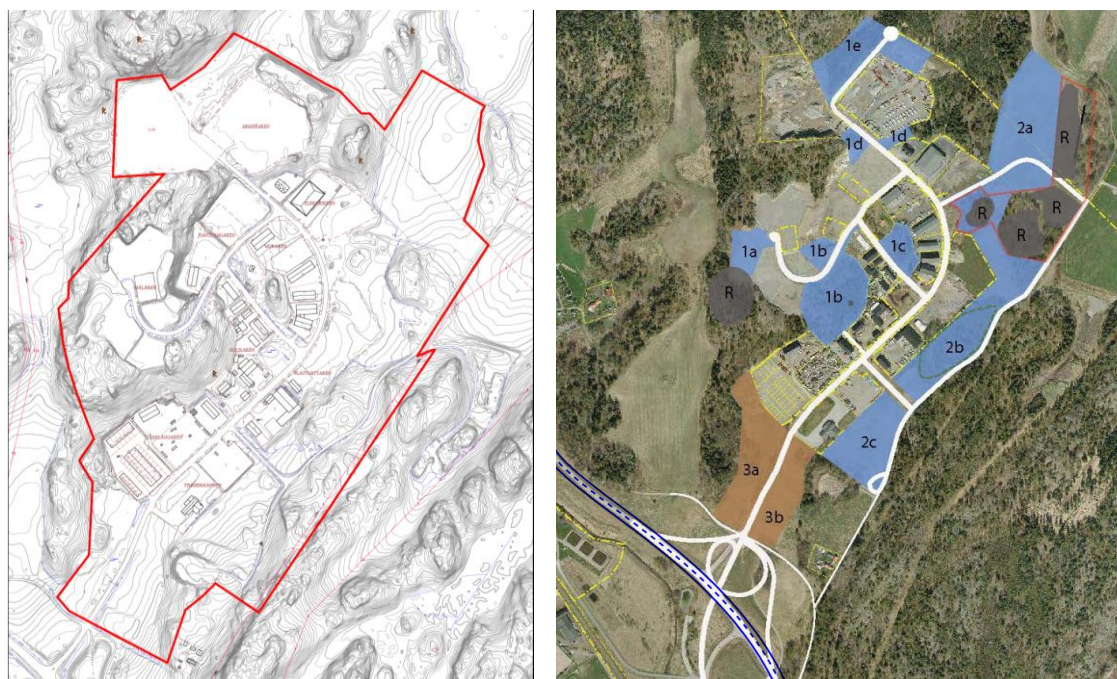
Planområdet Kalvö verksamhetsområde ligger i Nynäshamns kommun, cirka 1,5 kilometer norr om Nynäshamns tätort, se Figur 4. Runt planområdet finns i huvudsak skogs- och ängsmark. Öster om planområdet ligger Alhagen, vilken både utgör kompletterande våtmark till närliggande reningsverk och rekreationsområde. Ett antal jordbruk finns även omkring planområdet.



Figur 4. Satellitkarta för omgivningen kring planområdet Kalvö verksamhetsområde (röd linje). Väg 73 i gult.

2.2 Planområdet

Markanvändningen inom Kalvö verksamhetsområde är till största del vigd åt mindre industrier och verksamheter. Inom området finns även ett större antal park- och rekreationsytor. Förslaget med att utvidga rådande detaljplan innefattar att göra om stora delar av parkområdena till ny markanvändning för mindre industrier och verksamheter. Den nya planen innebär även att två nya markområden mot väg 73 upprättas. Markanvändningen är i nuläget inte fastslagen utan kan komma att användas både för mer besöksintensiva verksamheter så som handel och försäljning, eller för mindre industriell verksamhet/lager. Inga bostäder planeras däremot att upprättas inom områdena, se Figur 5.



Figur 5. Planområdets gränsdragning och användningsytor. Yta 1a-e och 2a-c är tänkta att planläggas för kvarter/bebyggelseområde för verksamheter. Yta 3a och 3b är tänkta att planläggas för kommersiell verksamhet (så som drivmedelsstation, snabbmatsrestaurang, handel etc.) eller industri/lager med begränsad omgivningspåverkan (ej bostäder). Väg 73 i blått t.h.

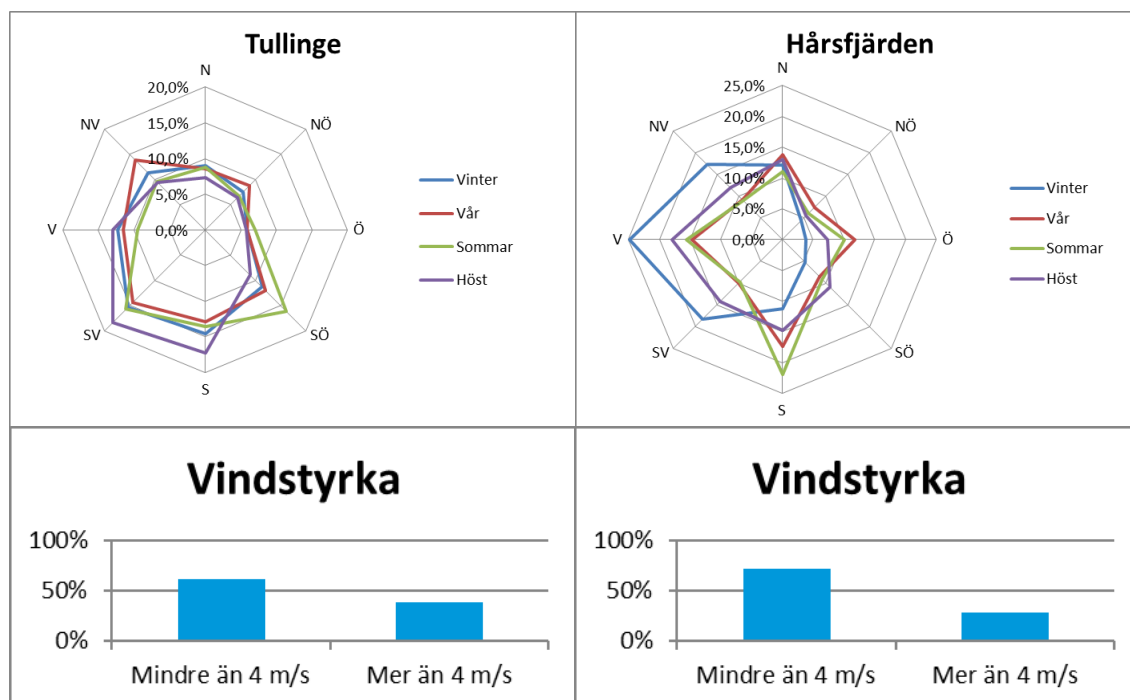
2.3 Väderförhållanden

Bedömningen av riskbilden påverkas av väderförhållanden i området kring Kalvö verksamhetsområde. I nuläget saknas väderstationer i Kalvö verksamhetsområde och de närmsta mätpunkterna ligger i Tullinge, Hårsfjärden och i Landsort, se Figur 6.



Figur 6. SMHIs mätsstationer i närhet till Kalvö verksamhetsområde [6]

Mätstationen på Landsort antas skilja sig från Kalvö verksamhetsområde på grund av sitt exponerade läge. Istället antas väderförhållandena i Kalvö verksamhetsområde likna de som råder i Tullinge och i Hårsfjärden, se Figur 7.



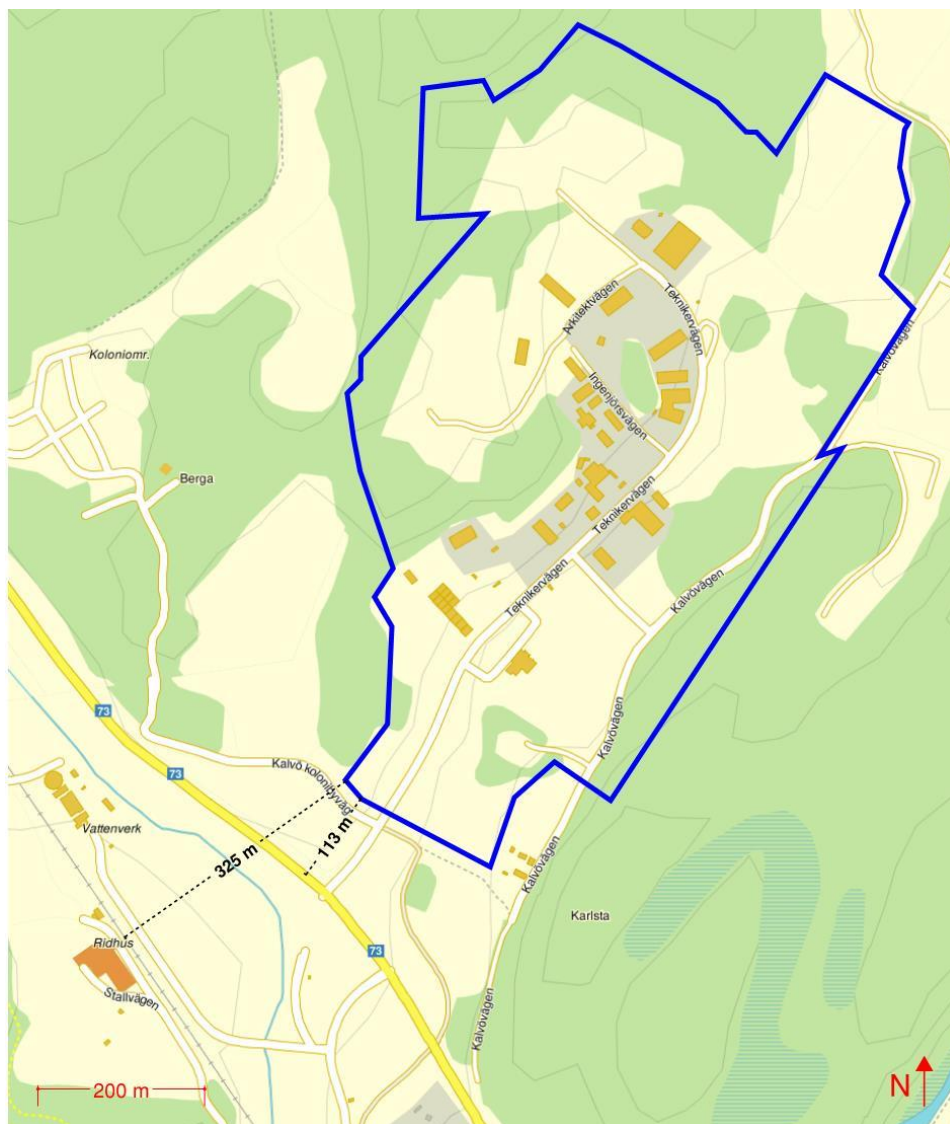
Figur 7. Vindförhållanden (riktning och styrka) vid mätstationerna i Tullinge och Hårsfjärden [6].

2.4 Infrastruktur

I närheten av planområdet finns både väg och järnväg. Nedan beskrivs de aspekter av infrastrukturen som bedöms ha störst påverkan på riskbilden för området.

2.4.1 Väg 73

Sydväst om planområdet går väg 73, vilken är primär transportled för farligt gods. Uppmätt avstånd mellan väg 73 och planområdet är ca 110 meter, se Figur 8. Uppskattad trafikmängd (ÅDT) är 18000 fordon/dygn [7].



Figur 8. Uppmätta avstånd mellan planområdet (blå linje), väg 73 (113 meter) och järnväg (325 meter).

2.4.2 Nynäsbanan

Sydväst om planområdet löper Nynäsbanan vilken inte är en del av stambanan utan ska ses som en lokalbana. Trafiken på Nynäsbanan utgörs av pendeltågstrafik mellan Älvsjö station och Nynäshamn. Enligt kontakt med Trafikverket så förekommer idag inga transporter av farligt gods mellan Nynäshamn och Västerhaninge [5].

2.4.3 Industrispår

Planer finns att i området bygga ut en industrijärnväg som ska löpa sydväst om planområdet. Planerna innebär att bygga till ett stickspår till Nynäsbanan som kommer att korsa väg 73 söder om Kalvö verksamhetsområde. Som närmst bedöms stickspåret gå cirka 200 meter söder om planområdet, se Figur 9.



Figur 9. Avstånd mellan planerat industrispår (inritad svartstreckad linje) och planområdet (svartmarkerad yta).

3 Omfattning av riskhantering och metod

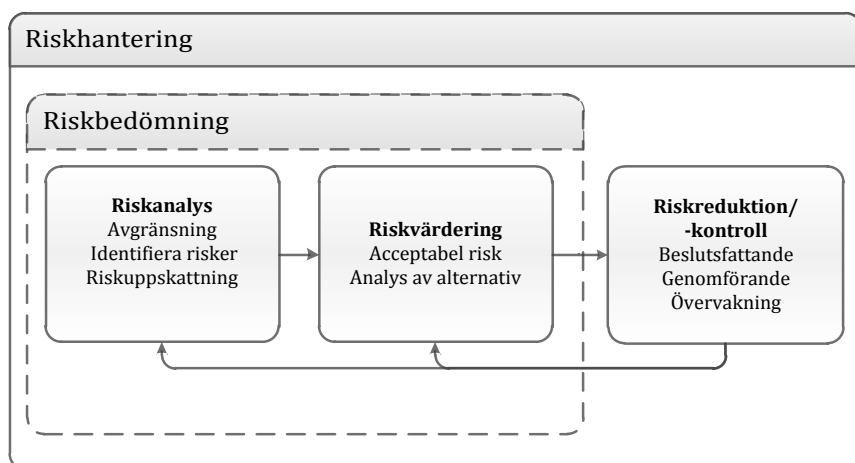
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

3.1 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 [8] [9], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 10. 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 10. 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.

3.2 Metod för riskinventering

Inventeringen av riskkällor inom, och i närheten av, planområdet bygger på granskning av tidigare riskbedömningar för området samt kartmaterial för planerad bebyggelse. Nynäshamn har själva tagit fram en riskstrategi för hur riskerna förknippade med raffinaderiet och hamnverksamheten skall hanteras. Denna strategi har granskats för att se om riskerna kan påverka planförslaget för Kalvö

verksamhetsområde. Även yttranden från länsstyrelsen har granskats. Under arbetets gång har även kontinuerlig kontakt hållits med Nynäshamn kommun.

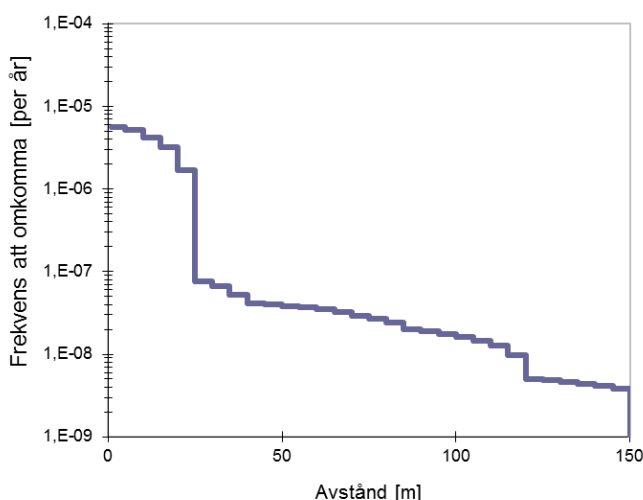
3.3 Metod för riskuppskattning

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [10] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga A.

3.3.1 Individrisk

Individriska är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus [11]. Individriska är platsspecifika och är oberoende av hur många personer som vistas i det givna området. Syftet med riskmättet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individriska kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 11.

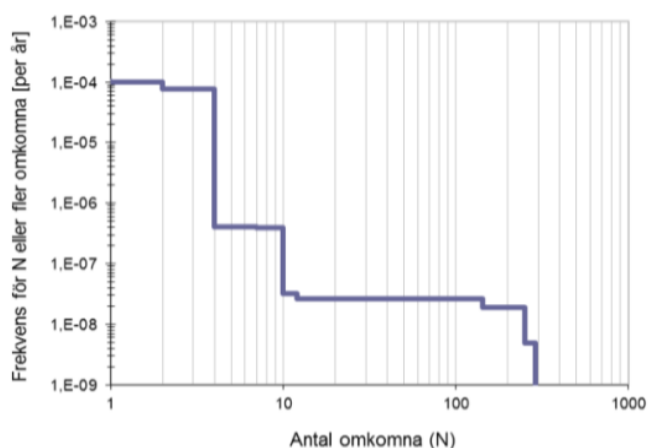


Figur 11. Exempel på individriskprofil.

3.3.2 Samhällsrisk

Riskmättet samhällsrisk beaktar även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. 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.

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 12, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.



Figur 12. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

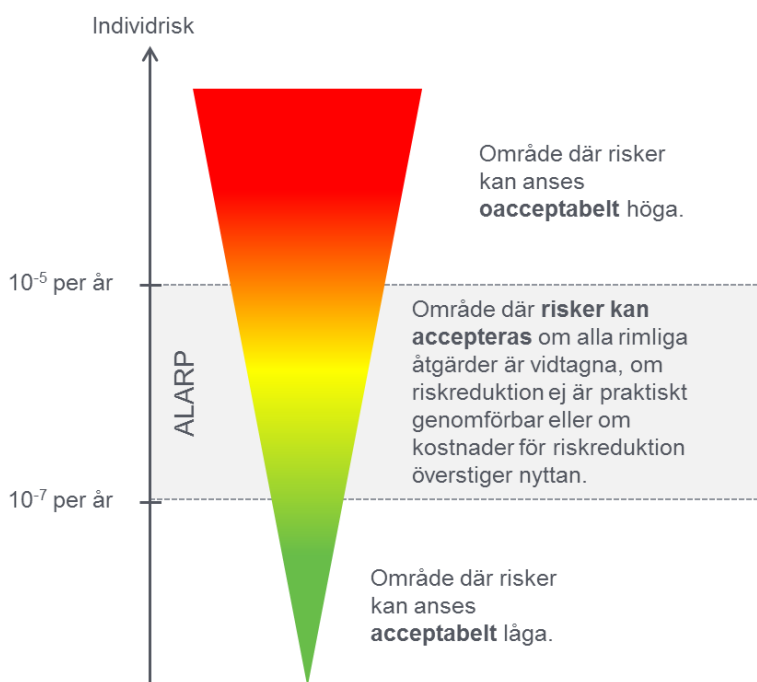
I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

3.4 Metod för riskvärdering

Både individrisk och samhällsrisk används vid uppskattning av risknivån i ett område, så att risknivån för den enskilde individen beaktas samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

3.4.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

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 riskkriterier [11] gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 13.



Figur 13. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas [11]:

- 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 tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med 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-nyttanalyser.
- De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

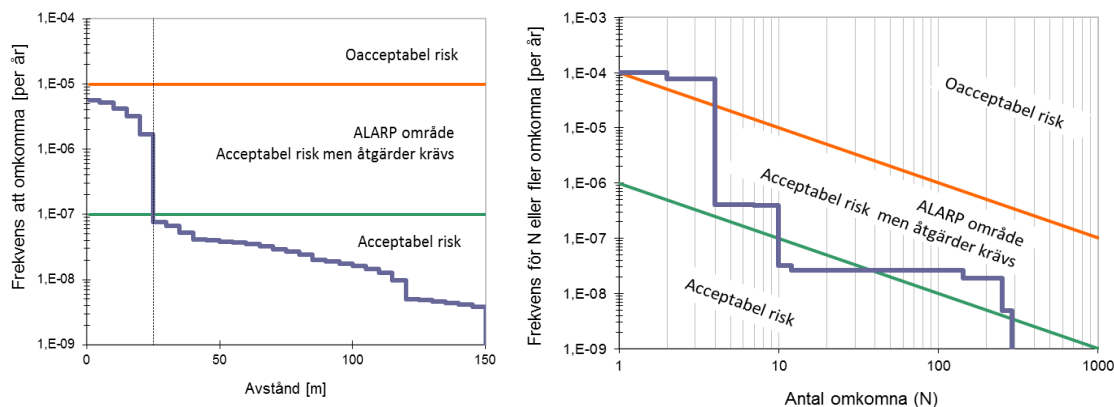
För individrisk föreslog DNV [11] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: 10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslog DNV [11] följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med röd streckad linje, och den undre med grön, se Figur 14.



Figur 14. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [11].

I denna riskbedömning redovisas individrisknivå och samhällsrisk för 1 km².

3.5 Metod för identifiering av 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 (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [12], 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.

4 Riskidentifiering

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor

Den huvudsakliga riskkällan som identifierats är transport av farligt gods på väg 73 (Nynäsvägen). Enligt uppgifter från tidigare riskanalyser transporteras en större mängd LNG (upp till 10 tankbilar per dag) mellan Nynäshamn och Stockholm [13]. En olycka involverande farligt gods på väg 73 kan troligtvis komma att påverka personer som befinner sig inom de södra delarna av planområdet Kalvö verksamhetsområde. I samband med eventuellt uppförande av ny LNG-terminal och ny hamn i Norvik finns det planer på att utvidga antalet transporter av farligt gods på väg 73. Tidigare analyser visar att antalet LNG-transporter kan öka till 155 tankbilar per dag som mest.

Sydväst om planområdet löper Nynäsbanan vars framtida trafikering är oklar. Järnvägar med persontrafik utgör en risk för närområdet främst genom urspårning, och den påverkan som urspårande vagnar har på omgivningen. Planområdet ligger bortanför konsekvensavståndet för urspårning och järnvägen avskrivs därmed som riskkälla.

Planer finns att utöka järnvägen med ett industrispår som i så fall kan komma att löpa sydväst om planområdet. Eftersom osäkerheter fortfarande finns kring exakt spårdragning och för hur omfattande transporter som kan komma att gå på järnvägen utreds risker förknippade med transporter på industrispåret inte i denna riskbedömning.

4.2 Transportleder för farligt gods

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 som tagits fram i internationell samverkan [14]. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt det så kallade ADR-S-systemet som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 1. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [14].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma båda 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 [15].
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.
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.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
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.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [16]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Utifrån beskrivningarna i Tabell 1 samt statistik över transporterade mängder bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

4.2.1 Transport av farligt gods på väg 73

Nynäsvägen är en av Länsstyrelsens rekommenderade primära farligt gods-leder. Dessa vägar är rekommenderade huvudvägnät för genomfartstrafik för transporter av farligt gods och ska användas så långt det är möjligt. Detta innebär att det är möjligt alla klasser av farligt gods kan finnas på vägen. Tidigare riskutredningar för väg 73 visar däremot på mer specifik statistik att transport av farligt gods för väg 73. Främst är det LNG som transporteras från Nynäshamn raffinaderi upp till Stockholmsregionen [13].

4.2.1.1 Transportstatistik för väg 73

De tidigare riskbedömningarna utgår ifrån Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) data om transport av farligt gods på väg 73. Mätningen gjordes i september 2006 och informationen tar ingen hänsyn till att det under året kan finnas variationer i flödet. Eftersom inga nya mätningar av andelen farligt gods på väg 73 genomförts antas fördelningarna vara representativa även för denna riskbedömning. Mängden total trafik på väg 73 har undersökts via stickprovskontroll av Trafikverket 2011 [17].

Baserat på att en genomsnittlig transport med båt till Nynäshamns hamn innehåller 750 kilo farligt gods [18] är vissa av klasserna justerade utifrån den officiella statistiken, med tanke på det tillskott som den nya hamnen i Norvik kan komma att medföra. Detta innebär att siffrorna i nedanstående tabell är konservativa, de mängder som anges är sannolikt högre än vad som transporteras i dagsläget, men som däremot kan bli en realitet när terminal för LNG och hamnen i Norvik är tagna i bruk fullt ut.

Statistiken för farligt gods-typer, se Tabell 2, ger en mycket grov bild av transporter av farligt gods på väg 73. Som jämförelse presenteras även det nationella snittet av fördelningen för transporterad typ av farligt gods på det svenska vägnätet.

Tabell 2. Fördelning av det transporterade farliga godset på väg 73 och riksgenomsnittet.

ADR-S-klass	Innebörd	Fördelning för väg 73 [%]	Riksgenomsnitt [%]
1	Explosiva varor	0,03	0,1
2.1	Gaser (brandfarliga)	77	1,8
2.2	Gaser (icke brandfarliga, icke giftiga)	4	5,9
2.3	Gaser (giftiga)	-	0,0
3	Brandfarliga vätskor	6,9	69,6
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och okänsliggjorda explosivämnen	3,8	0,3
4.2	Självtändande ämnen	0,01	0,0
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	0,07	0,1
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0,35	0,6
6.1	Giftiga ämnen	0,001	0,1
6.2	Smittförande ämnen	0,006	0,1
7	Radioaktiva ämnen	-	-
8	Frätande ämnen	1	12,5
9	Övriga ämnen och föremål	7,1	8,9
Totalt	Alla klasser	100	100

4.3 Sammanställning av olycksscenarioer

Givet de avstånd som skiljer planområdet från diskuterade riskkällor görs bedömning att endast risk med avseende på farligt godstransport på väg 73 utreds vidare.

5 Riskuppskattning och riskvärdering

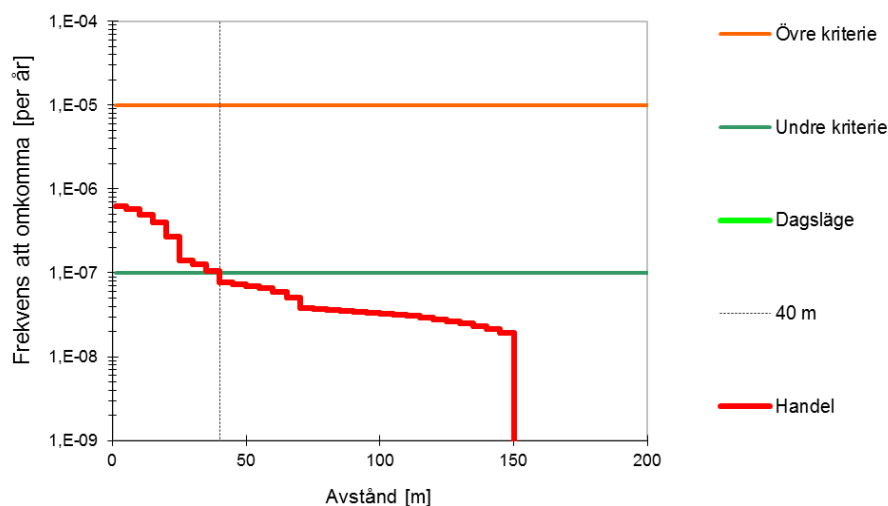
I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade scenarier förknippade med farligt gods. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.1. Två fall har undersökts i analysen:

1. Risknivåerna med dagslägets trafikmängd och markanvändning
2. Risknivåerna med dagslägets trafikmängd och en framtida förändrad markanvändning, framförallt med avseende på handelsverksamhet

5.1 Risknivå

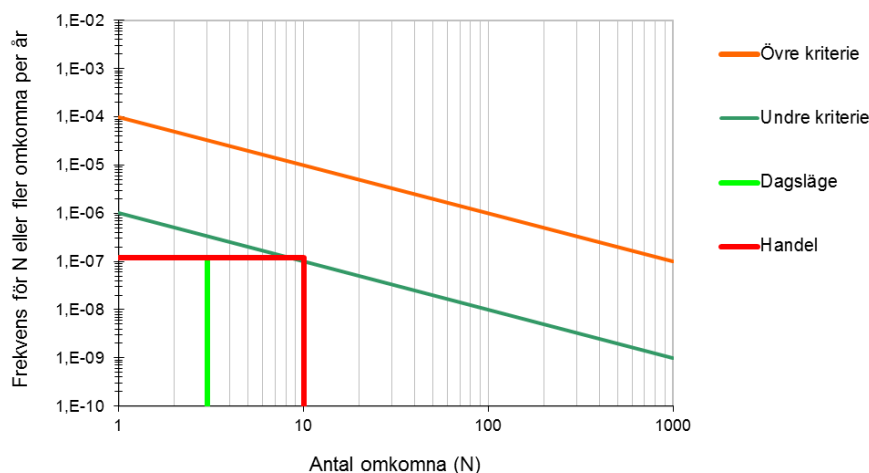
5.1.1 Individrisknivå med avseende på väg 73

I Figur 15 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs väg 73. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området, se avsnitt 3.4.1. Individrisk tar inte hänsyn till persontätheten i området vilket gör att kurvorna för risknivåer i dagsläget och i planförändringen sammanfaller. Givet den skattade transportfrekvensen för farligt gods på cirka 36 transporter per dag förbi området, och en fördelning på transporter utifrån det underlag som presenteras i Tabell 2, uppnås acceptabla individrisknivåer 40 meter ifrån vägkant.



Figur 15. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 73.

5.1.2 Samhällsrisknivå (grupprisk) med avseende på väg 73



Figur 16. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 73.

I Figur 16 illustreras samhällsrisknivån för aktuellt område längs väg 73. Samhällsrisknivå återspeglar persontätheten kring riskobjektet vilket gör att kurvorna för de två alternativen skiljer sig åt då fler personer förväntas vistas i området kring vägen om handel upprättas. I dagsläget bedöms max 200 personer vistas inom beaktat närområde och ifall handel upprättas förväntas denna siffra istället stiga till 1400 personer. I båda fallen bedöms samhällsriskerna ligga inom acceptabla nivåer givet skattade transportmängder av farligt gods.

6 Diskussion

I detta kapitel beskrivs de största osäkerheterna som finns med analysen och hur dessa kan påverka resultatet av beräkningarna.

6.1 Identifiering av osäkerheter

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

- Personantal inom området,
- utformning och disposition av etableringar,
- farligt gods-transporter förbi planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadesscenario.

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas.

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. [19]

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. 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 process som omger transporter av farligt gods i samhället. [19]

6.2 Känslighetsanalys

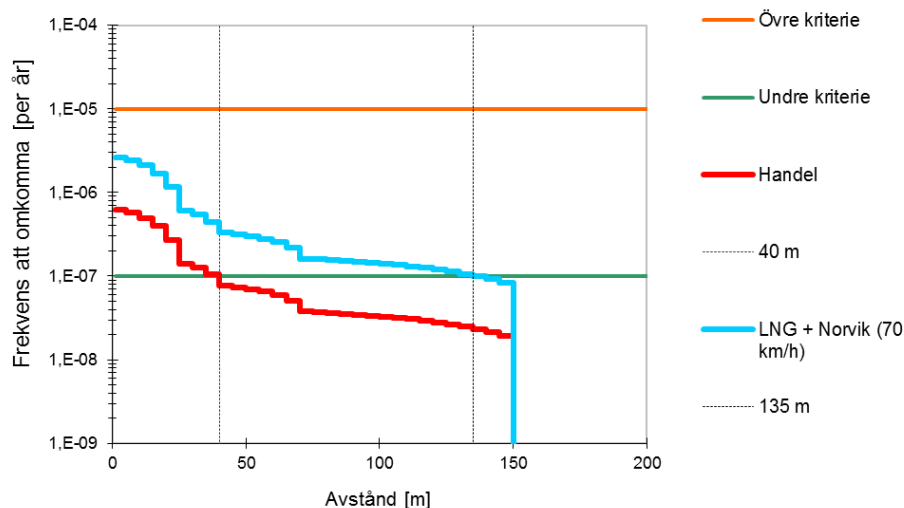
Ett sätt att hantera osäkerheter i kvantitativa riskanalyser är att genomföra en känslighetsanalys för de faktorer som bedöms påverka resultatet. För Kalvö verksamhetsområde är främst två aspekter av särskild betydelse för beräkningsresultatet. Dessa två faktorer är en möjlig framtida utbyggnad av hamnen i Norvik (inklusive en utvidgning av verksamheten vid befintlig LNG-terminal), och en framtida ombyggnad av väg 73. Nedan beskrivs dessa två scenarier och vad det kan få för konsekvenser på beräkningsresultatet.

6.2.1 Utbyggnad av hamnen i Norvik inklusive ny LNG terminal

Tidigare riskanalyser [13] och rådande riskstrategi för Nynäshamn kommun [5] visar att planer finns på att bygga ut hamnen i Norvik och utvidga verksamheten vid befintlig LNG-terminal. Analyserna visar även på att detta kan leda till en stor ökning av antalet transporter av farligt gods förbi planområdet, från dagens skattade 36 transporter till ett framtida scenario på 155 dagliga transporter

av farligt gods. Huvuddelen av dessa kommer att vara transporter med LNG (klass 2.1). Som resultat kommer avståndet för acceptabel risk att öka från dagens 40 meter till 135 meter, se Figur 17.

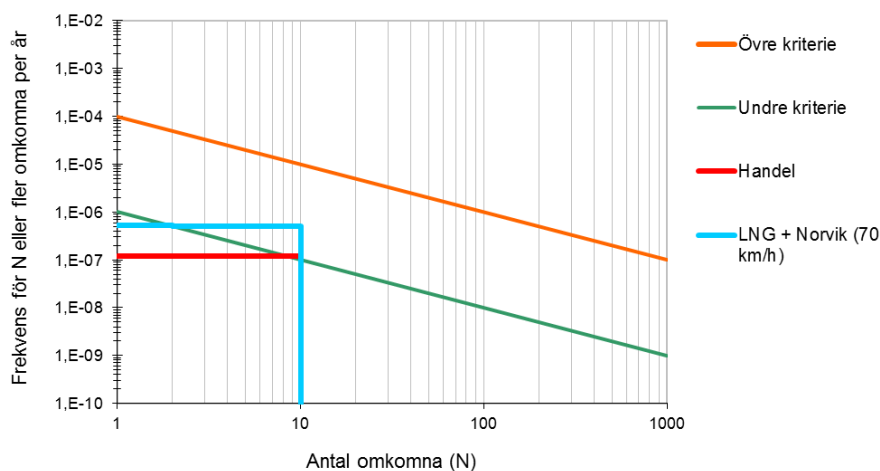
Individrisknivå för väg 70 vid Kalvö verksamhetsområde



Figur 17. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 73 givet att hamnen i Norvik byggs ut tillsammans med utvidgad verksamhet vid LNG-terminal.

Även samhällsriskerna för området kommer att öka vid en framtida utbyggnad av Norvik och utvidgad verksamhet vid LNG-terminalen. Ökningen blir dock inte lika drastisk som för individriskerna på grund av de stora avstånden mellan planområdet och vägen, se Figur 18. Utbyggnaden gör att beräknade samhällsrisknivåer ökar från acceptabla nivåer till nivåer inom ALARP.

Samhällsrisknivå för väg 70 vid Kalvö verksamhetsområde

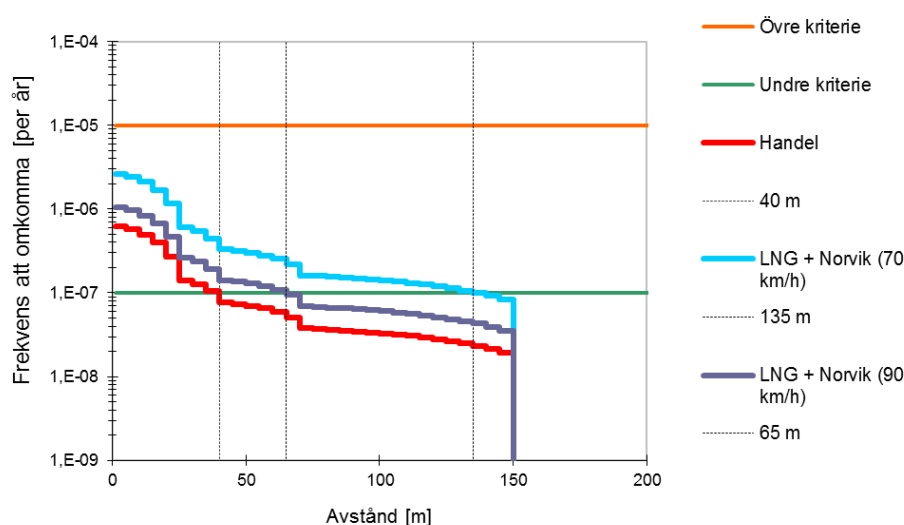


Figur 18. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 73 givet att hamnen i Norvik byggs ut tillsammans med utvidgad verksamhet vid LNG terminal.

6.2.2 Utbyggnad av hamnen i Norvik, ny LNG terminal samt omformning av väg 73

En utbyggnad av hamnen i Norvik och utvidgad verksamhet vid LNG-terminalen bedöms ligga långt fram i tiden. Tänkbart är därför att väg 73 kan komma att förändras fram tills att verksamheterna är i full drift. I dagslägen är väg 73 en flerfältsväg (hastighetsbegränsning 70 km/h) med plankorsning i höjd med planområdet. Tankar finns att bygga om korsningen till ny trafikplats, och det är inte omöjligt att vägen i framtiden kan komma att breddas till en motorväg (hastighetsbegränsning 90 km/h). Eftersom större säkerhetskrav ställs på trafikplatser och motorvägar kommer detta att inverka på beräkningsresultatet. För individrisknivåerna kommer de säkerhetshöjande åtgärderna resultera att avståndet för acceptabla nivåer sjunker till 65 meter (från tidigare 135 meter), se Figur 19.

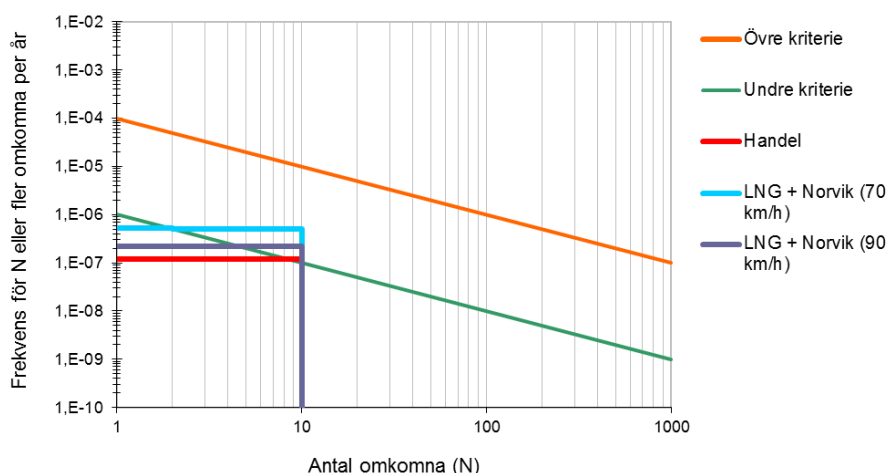
Individrisknivå för väg 70 vid Kalvö verksamhetsområde



Figur 19. Individrisknivå med avseende på farligt gods transporter på väg 73 givet att hamnen i Norvik byggs ut tillsammans med utvidgad verksamhet vid LNG terminal och att väg 73 breddas till motorväg.

På samma sätt kommer nivåerna för samhällsrisk att sjunka för området, se Figur 20.

Samhällsrisknivå för väg 70 vid Kalvö verksamhetsområde



Figur 20. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods transporter på väg 73 givet att hamnen i Norvik byggs ut tillsammans med utvidgad verksamhet vid LNG terminal och att väg 73 breddas till motorväg.

6.3 Sammanfattad bedömning av risknivåerna

6.3.1 Individrisknivå

Genomförda beräkningar för individrisknivå visar att acceptabla nivåer, givet att planförslaget genomförs, uppnås cirka 40 meter ifrån vägkant. Eftersom planområdet som närmast ligger 113 meter ifrån väg 73 bedöms individrisknivåerna med avseende på transport av farligt gods i dagsläget ligga inom acceptabla nivåer för hela planområdet.

Den genomförda känslighetsanalysen visar att individrisknivåerna kan komma att öka, i takt med att en ny hamn i Norvik tas i bruk och verksamheten vid LNG-terminalen utökas. Som mest skulle en framtida ökning av LNG-transporterna kunna komma att öka avståndet för acceptabla risknivåer till 135 meter. Detta skulle betyda att delar av planområdet kan komma att exponeras för risknivåer inom den lägre delen av ALARP. Detta scenario bedöms dock som osannolikt. Scenariot förutsätter att samtliga transporter från Norvik och LNG-terminalen kommer att gå via vägtransporter, och att ingen ombyggnad av väg 73 görs i samband med att transportmängderna ökar.

Mer troligt är istället att en större andel av den ökade antalet transporter förläggs på järnväg, eller att vägen 73 byggs om för att möta de säkerhetsbehov som uppstår med såpass stora transportmängder farligt gods. Båda scenarierna skulle betyda ökade individrisknivåer för närområdet, men det betraktade planförslaget för Kalvö verksamhetsområde bedöms inte påverkas i någon nämnvärd omfattning.

6.3.2 Samhällsrisknivå

Genomförda beräkningar för samhällsrisknivå visar att även denna i nuläget ligger på en acceptabel nivå, även detta huvudsakligen på grund av de stora avstånden mellan vägen och planområdet.

Vidare visade känslighetsanalysen att samhällsrisknivån kan komma att ändras givet att transportererna av LNG ökar, men att nivåerna som högst når till lägre delar inom ALARP. Även detta förutsätter att samtliga transporter från Norvik och LNG-terminalen kommer att gå via vägtransporter, och att ingen ombyggnad av väg 73 görs i samband med att transportmängderna ökar. Utifrån förutsättningarna för den här rapporten bedöms därför även samhällsrisknivåerna ligga inom acceptabla nivåer.

6.4 Riskreducerande åtgärder

Både individ- och samhällsrisknivåerna bedöms ligga på acceptabla nivåer för planområdet under nuvarande förutsättningar. Känslighetsanalysen har visat hur en framtida utbyggnad av Norviks hamn och en ökad transport av LNG kan generera något högre riskbild än i dagsläget, med nivåer inom i den nedre delen av ALARP. Detta framtida scenario bedöms däremot vara osannolikt och förknippat med mycket stora osäkerheter. Mer troligt är att risknivåerna i närområdet kring väg 73 kommer att öka men att betraktat planområde inte kommer att påverkas nämnvärt på grund av det stora avståndet mellan planområdet och väg 73. Sammanfattningsvis anses det inte motiverat att ställa krav på att riskreducerande åtgärder införs i planen med avseende på transporter av farligt gods på väg 73.

7 Slutsatser

Denna rapport har beskrivit och värderat risknivåer för Kalvö verksamhetsområde med avseende på olycksrisker förknippade med transport av farligt gods på väg 73. Resultatet av analysen visar på acceptabla risknivåer, både med avseende på individrisk och med avseende på samhällsrisk.

Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras.

Bilaga A. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som ligger till grund för kommande bedömningar och beräkningar.

A.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [10] 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 [16] 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.

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

Tabell 3. Trafikflöde, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.

	Dagsläge	Handel	LNG + Norvik (70 km/h)	LNG + Norvik (90 km/h)
ÅDT [fordon per dygn]	18000	18000	18000	18000
Hastighetsgräns [km/h]	70	70	70	90
Antal fordon med FG	36,0	36,0	155,0	155,0
Olyckskvot	0,7	0,7	0,7	0,21
Andel singelolyckor	0,4	0,4	0,4	0,6
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,01	0,01	0,06	0,02
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	68,0	68,0	15,8	60,2

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

Tabell 4 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån den riskstrategi som tagits fram för Nynäshamns kommun [5].

Tabell 4. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.

	Dagsläge	Handel	LNG + Norvik (70 km/h)	LNG + Norvik (90 km/h)
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	36	36	155	155
ADR-S klass				
1	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%
2.1	77,00%	77,00%	77,00%	77,00%
2.3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	6,90%	6,90%	6,90%	6,90%
5	0,35%	0,35%	0,35%	0,35%
Övriga	15,72%	15,72%	15,72%	15,72%

Bilaga B. Frekvensberäkningar

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

B.1. 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) [14]. 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 närmre (riskgrupp 2.3 utgår eftersom inga transporter av klass 2.3 sker på väg 73).

B.1.1 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 giftiga¹. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [20]. Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg [21].

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot är en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

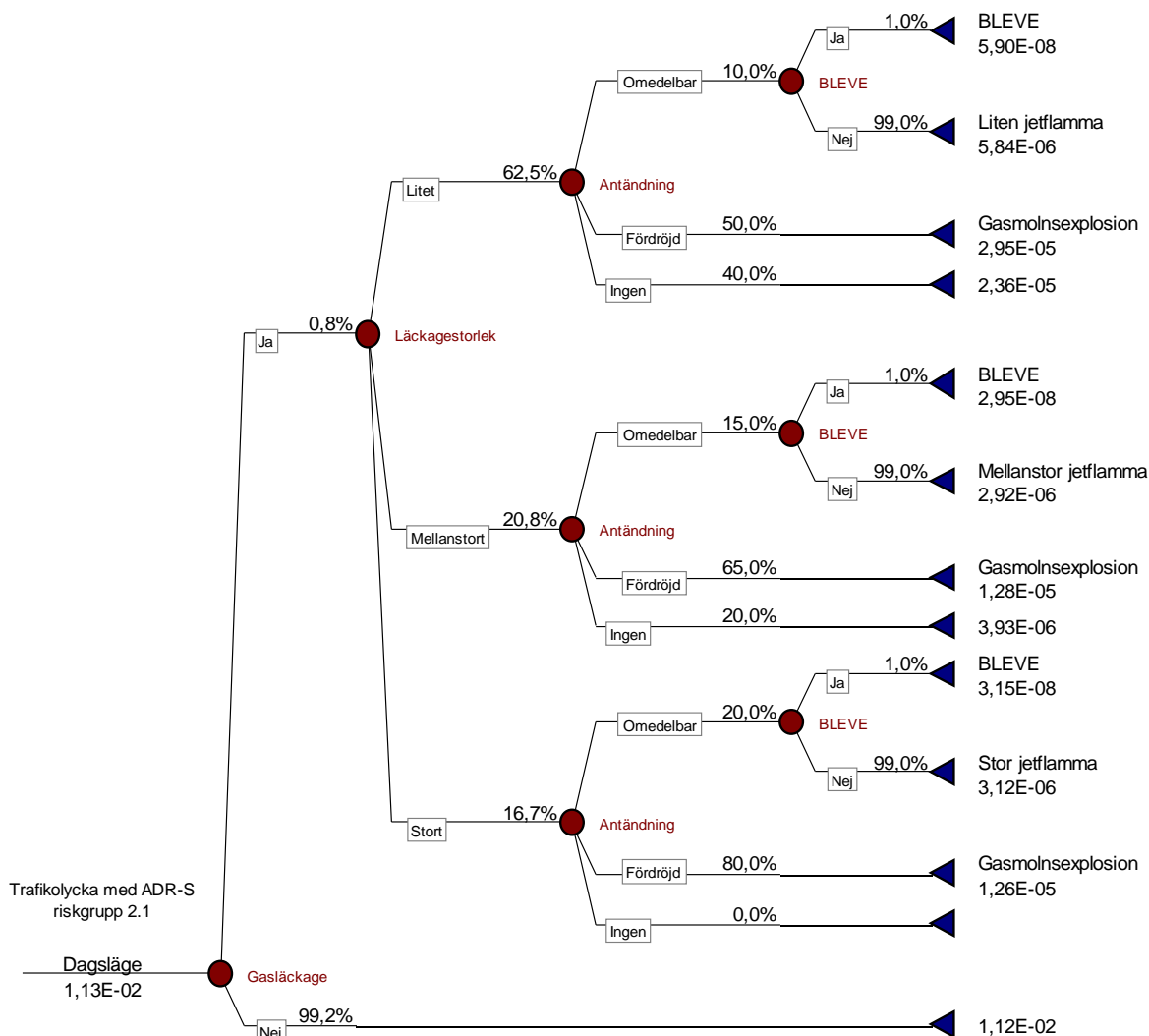
B.1.1.1. Representativt ämne

Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

B.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 21 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.

¹ 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.



Figur 21. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

B.1.2.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [22]. 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 [10], vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,25/30 = 0,0083\%$ (gäller för 70 km/h på väg 73).

B.1.2.2. 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 i [10] 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 % [10].

B.1.2.3. 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

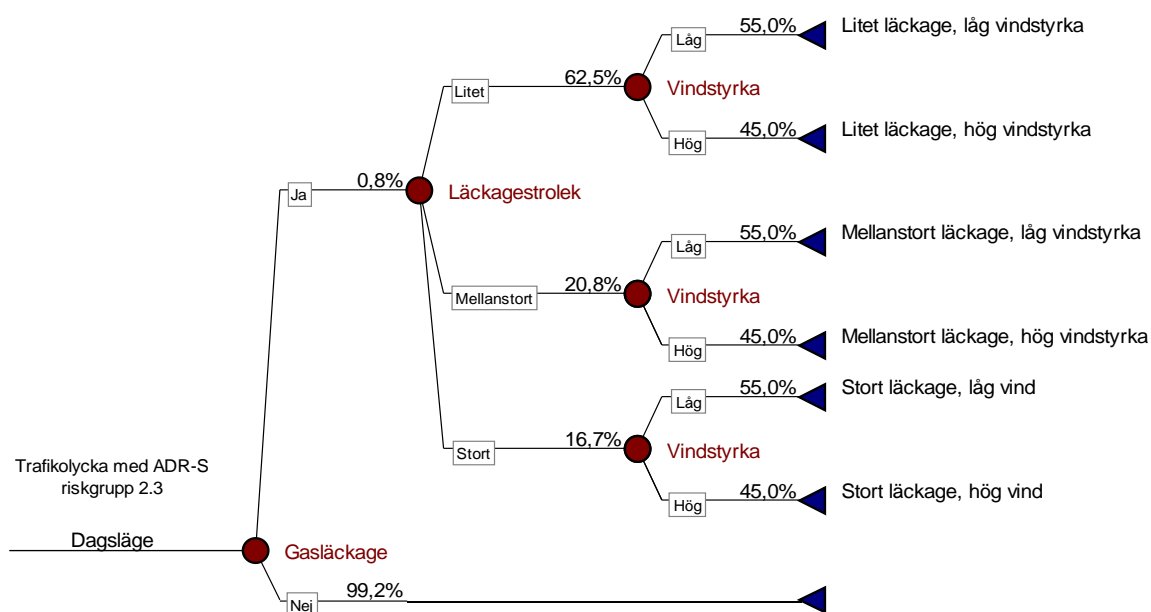
ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [23], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % 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 %.

B.1.2.4. 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 rämmar. 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 %.

B.1.3 Händelseträd med sannolikheter

Figur 22 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 22. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

B.1.3.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [10]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [22]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [10], vilket ger en sannolikhet för läckage av gas på $0,25/30 = 0,0083\%$ (gäller för 70 km/h på väg 73).

B.1.3.2. 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 % [10].

B.1.3.3. Vindstyrka

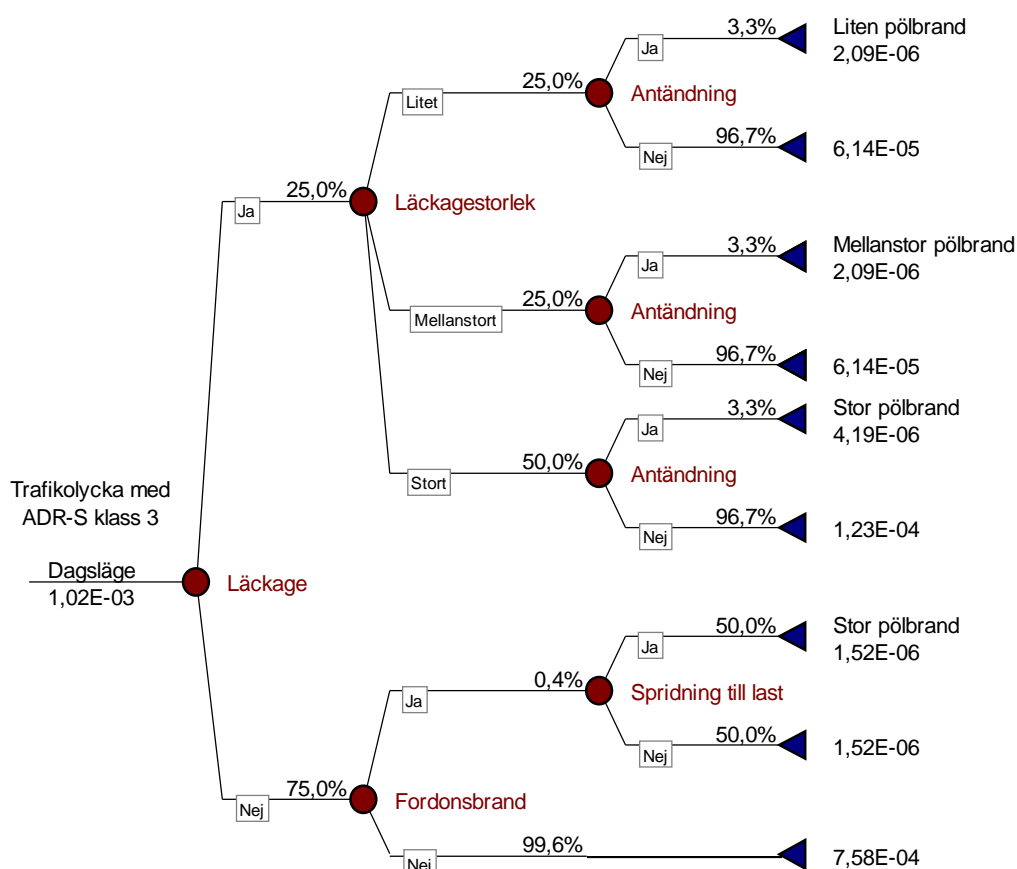
Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961-2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlad data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s [24]. Vindhastighet över 4 m/s betecknas i denna analys som hög och vindhastighet lägre än 4 m/s betecknas som låg. Utifrån detta antas sannolikheten för hög respektive låg vindhastighet vara 55 % respektive 45 %.

B.2. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

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

B.2.1 Händelseträd med sannolikheter

Figur 23 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 23. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3.

B.2.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 0,25 [10].

B.2.1.2. 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 [25] [26]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [10]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

B.2.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [27]. 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 bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [28].

B.2.1.4. Fordonsbrand

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

B.3. 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).

B.3.1 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 [14].

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 tryckupbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [29]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [30] och FOI [31] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, 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 [32].

B.3.2 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 [20]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en

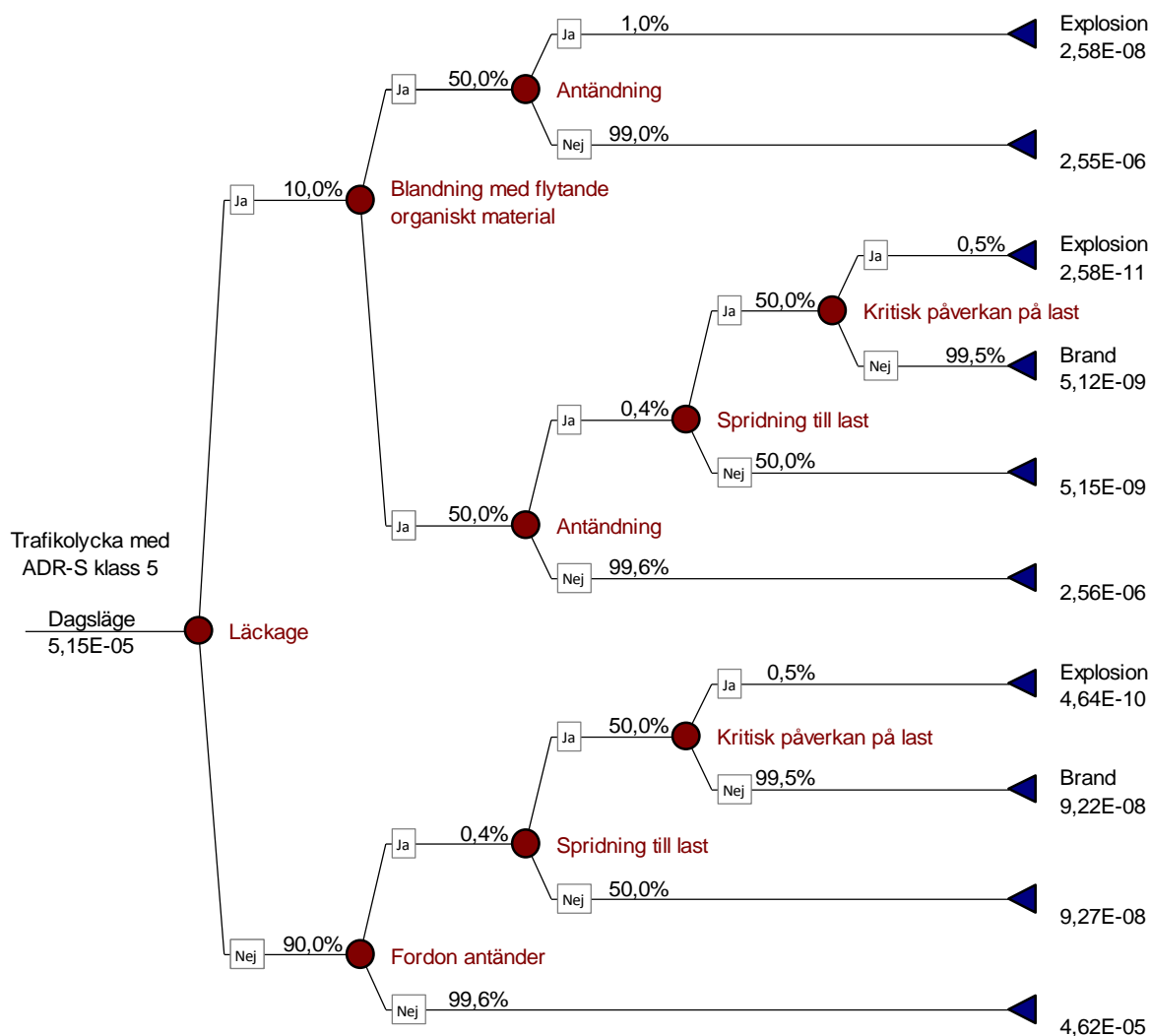
av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

B.3.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter [33], 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.

B.3.2.2. Händelseträd med sannolikheter

Figur 24 redovisar ett händelseträd 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 24. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

B.3.2.3. 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 [34]. 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 tryckpåkning 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.

B.3.2.4. 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. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitraten 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.

B.3.2.5. 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.

B.3.2.6. 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 %.

B.3.2.7. Antändning av fordon vid olycka

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

B.3.2.8. 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 %.

B.3.2.9. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [30]. 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 [29]. 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 %.

B.4. 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 (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga C).

Bilaga C. Konsekvensberäkningar

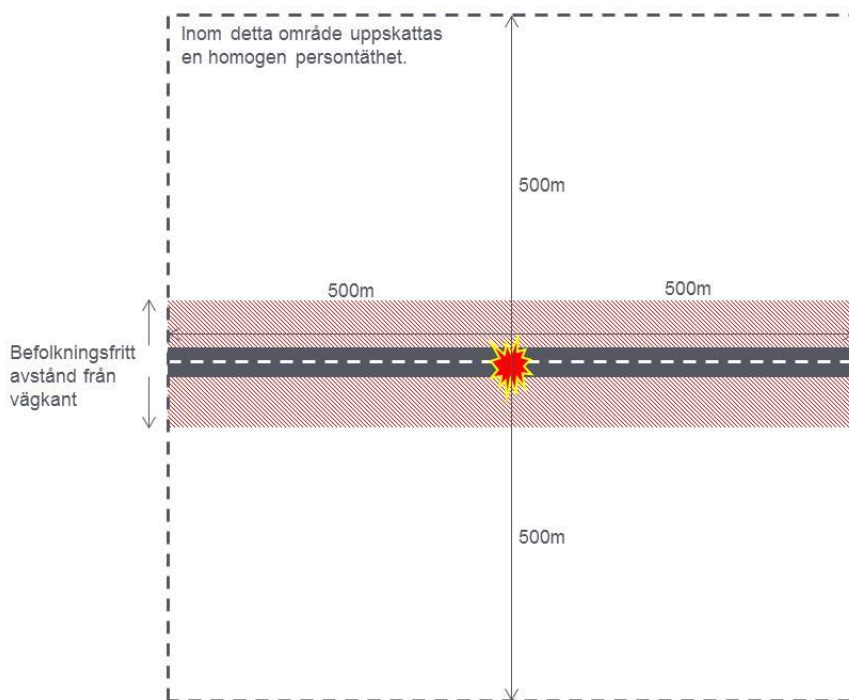
Tabell 5 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i C.3 Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

Tabell 5. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.

ADR-S Klass	Konsekvensindex	Scenario
2.1	1	BLEVE
	2	Liten jetflamma
	3	Gasmolnsexplosion
	4	Mellanstor jetflamma
	5	Stor jetflamma
2.3	1	Litet läckage låg vindstyrka
	2	Litet läckage hög vindstyrka
	3	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	4	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	5	Stort läckage låg vindstyrka
	6	Stort läckage hög vindstyrka
3	1	Liten pölbrand
	2	Mellanstor pölbrand
	3	Stor pölbrand
5	1a	Explosion
	1b	
	2	Brand

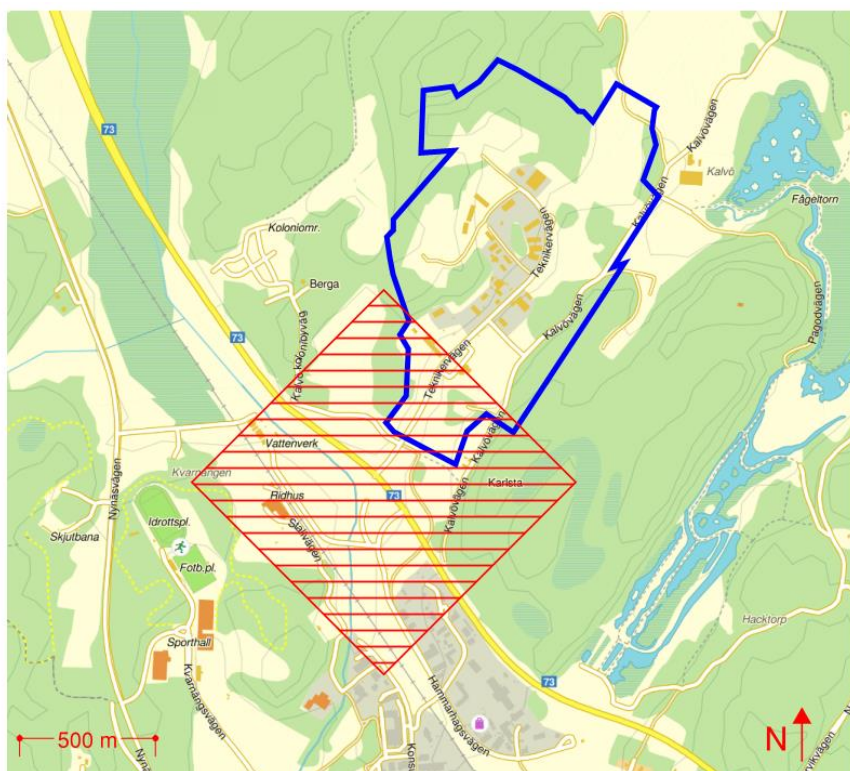
C.1. Persontäthet

I samhällsrisksberäkningar uppskattas 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 från centrum av riskobjektet (väg 73) samt åt 500 meter i vardera riktningen, se Figur 25 och Figur 26.



Figur 25. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Området består i dagsläget huvudsakligen av obebyggd mark, eller småskalig industri/verksamhet, med en uppskattad persontäthet på 200 personer/km² dagtid och 40 personer/km² nattetid. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt. Givet att de södra delarna av planområdet byggs ut och i framtiden kommer innefatta sällanköpshandel antas persontätheten öka till 1000 personer/km² dagtid och 50 personer/km² nattetid.



Figur 26. Beaktat område (röd markering) för persontäthet inom planområdet (blå markering)

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast vägkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 100 meter ett befolkningsfritt avstånd från vägkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. 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.

C.2. Antagande om olyckans placering

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

C.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) **Invalid source specified.**

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 [35]. 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:

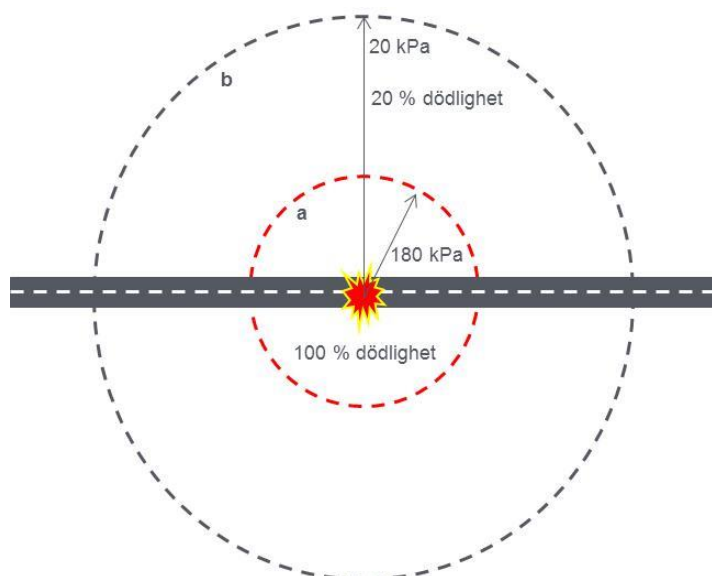
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet Figur 29.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* **Invalid source specified.** har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 6. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 6. 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 luftstötstågen.

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



Figur 27. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

C.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.

C.5. 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* [36] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [37], för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 7. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q [kg/s]	Läckagestorlek, diameter [cm]	Läckagestorlek, area [cm ²]
Litet	0,09	0,32	0,08
Mellanstort	0,9	1,03	0,83
Stort	17,9	4,56	16,37

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).

- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.

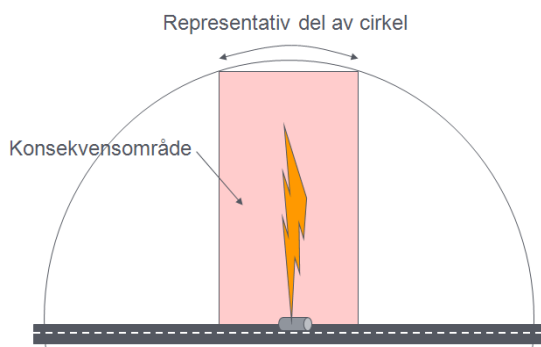
C.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [35]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

C.7. 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 *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [35], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [38] 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 jetflammans konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 28.



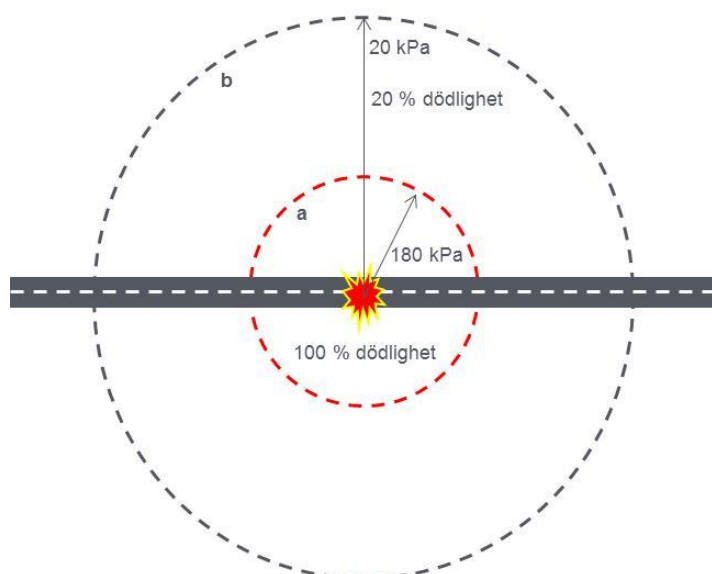
Figur 28. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

C.8. Gasmolnexplosion

En gasmolnexplosion 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* [36] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 29.



Figur 29. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

C.9. Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

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

Tabell 8. Beräknade konsekvensavstånd inom vilket personer antas omkomma.

Index	Scenario	Konsekvensavstånd [m]
1	BLEVE	170
2	Liten jetflamma	5
3	Gasmolnsexplosion	42
4	Mellanstor jetflamma	17
5	Stor jetflamma	73

C.10. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft* [36]. Följande indata har använts: Tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål på tank, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B.

För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s. Konsekvensområdet approximeras sedan med en cirkelsektor enligt Figur 28, och resultaten redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Vind [m/s]	Avstånd till <100 ppm [m]	Vinkel [grad]
Litet	2	27	55
	6	29	27,2
Mellanstort	2	88	59,2
	6	96	29,2
Stort	2	458	52,2

	6	461	25,6
--	---	-----	------

C.11. 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/m^2 . 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 [21] [39].

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m^2 (*litet*), 200 m^2 (*mellanstort*) respektive 400 m^2 (*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 [21]. I Tabell 10 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 10. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning $> 15 \text{ kW/m}^2$ från pölkant
Litet utsläpp	50 m^2	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m^2	22,5 m
Stort utsläpp	400 m^2	30 m

C.12. 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.

C.12.1.1. 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 [32]. 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.

C.12.1.2. 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 D. Referenser

- [1] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 2006b.
- [2] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [3] Länsstyrelsen i Stockholms Län, Stockholm: Länsstyrelsen, 2003.
- [4] Länsstyrelsens i Stockholms län, ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer,” 2000.
- [5] WSP , *Riskstrategi för markanvändning/bebyggelse nära farlig och miljöfarlig verksamhet i Nynäshamns Stad*, 2011-03-07, Reviderad: 2013-01-31.
- [6] SMHI, *Öppen data - Väderinformation för Tullinge A och Hårsfjärden*, Hämtat 2015-05-20.
- [7] Trafikverket, ”Nationell vägdatabas (NVDB),” 2015.
- [8] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [9] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [10] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [11] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [12] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [13] WSP Brand & Risk , ”Riskbedömning Björsta,” Stockholm, 2015.
- [14] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [15] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [16] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [17] Trafikverket , *Vägtrafikflödeskartan på webben*, <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#>, Hämtat 2015-05-20.
- [18] Enviroplaning, *Underlag MKB – miljöriskanalys av transporter av farligt gods på väg och järnväg*, 2007-01-31.
- [19] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [20] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [21] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [22] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [23] 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.
- [24] H. Alexandersson, Norrköping: Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.
- [25] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [26] T. Gammelgåård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [27] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [28] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [29] 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.
- [30] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [31] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.

- [32] R. Forsén, FOI, 2009.
- [33] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [34] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [35] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [36] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [37] TRAFKA, Trafikanalys, 2010.
- [38] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [39] BBR, Boverket, 2006.

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
<http://www.wspgroup.se>

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE

