

ÄLVDALENS KOMMUN

RISK OCH SÅRBARHET I IDREOMRÅDET

RISKBEDÖMNING FARLIGT GODS

2022-10-31



Risk och sårbarhet i Idreområdet

Riskbedömning farligt gods

Älvdalens kommun

KUND

Älvdalens kommun

KONSULT

WSP

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

| | | | |
|----------------|------------------|------------------|---------------|
| Gustav Nilsson | TA Risk | WSP Sverige AB | 010 722 88 40 |
| Lina Gozzi | Uppdragsansvarig | WSP Sverige AB | 010 722 51 48 |
| Johan Olsson | | Älvdalens Kommun | |

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

| Utgåva/revidering | Utgåva 1 | Revision 1 | Revision 2 | Revision 3 |
|-------------------|-----------------|------------|------------|------------|
| Anmärkning | | | | |
| Datum | 2022-10-31 | | | |
| Handläggare | Gustav Nilsson | | | |
| Signatur | GNi | | | |
| Granskare | Fredrik Larsson | | | |
| Signatur | FL | | | |
| Godkänd av | Gustav Nilsson | | | |
| Signatur | GNi | | | |
| Uppdragsnummer | 10342560 | | | |

Sammanfattning

WSP har av Älvdalens kommun fått i uppdrag att genomföra en riskbedömning som underlag till upprättande av fördjupad översiktsplan för Idreområdet.

Enligt Länsstyrelsen i Dalarnas län ska riskhanteringsprocessen beaktas vid framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Riskbedömningen upprättas för att ge en övergripande bild av områdets risker med avseende på farligt gods-leder.

Syftet med denna riskbedömning är att presentera ett underlag sådant att fördjupad planering i enlighet med Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt Länsstyrelsen i Dalarnas läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led underlättas.

Målet med riskbedömningen är utreda farligt gods-ledernas (väg 70 och 1058) omgivningspåverkan med hänsyn till risk, samt att efter behov ge förslag på generella åtgärder och markanvändning.

WSP:s bedömning är att en robust samhällsplanering kan erhållas under förutsättning att nedanstående förhållningssätt tillämpas i den vidare planeringen av Idre-området.

- Inom 0-30 meter från väg 70 och väg 1058 ska ett skyddsavstånd och markanvändning i enlighet med Länsstyrelsens rekommendation tillämpas som utgångspunkt. Fördjupning eller frångående från förhållningssättet kan vara aktuellt i samband med detaljutredning för enskilda planer, men bedöms utgöra en bra generell nivå för övergripande planering.
- Bortom 30 meter från väg finns inga inskränkningar i exploatering.
- Bebyggelse inom 30 meter bedöms kunna vara möjlig under förutsättning att brandskyddsåtgärder i form av brandklassade ytterväggar och tak vidtas. Detta ska dock verifieras i samband med detaljplanering. Vid bebyggelse inom 30 meter från väg ska även utrymning kunna ske i riktning bort från riskkällan.
- Med hänsyn till att risken utmed farligt gods-lederna är starkt knuten till brandfarlig vätska, samt att individrisken blir styrande med avseende på vägnära markanvändning görs bedömning att samhällsriskberäkningar inte behöver genomföras på en generell nivå. Vid planläggning av tät och vägnära (inom 30 meter) bebyggelse bör dock samhällsriskberäkningar genomföras i den aktuella detaljplaneprocessen.
- Området i direkt anslutning till väg ska utformas sådant att olycksförlopp inte eskaleras.

INNEHÅLL

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 1 | INLEDNING | 5 |
| 1.1 | SYFTE OCH MÅL | 5 |
| 1.2 | OMFATTNING | 5 |
| 1.3 | AVGRÄNSNINGAR | 6 |
| 1.4 | STYRANDE DOKUMENT | 6 |
| 1.5 | SAMRÅD | 7 |
| 1.6 | UNDERLAGSMATERIAL | 7 |
| 1.7 | INTERNKONTROLL | 7 |
| 2 | UTREDNINGSSOMRÅDET | 8 |
| 2.1 | INFRASTRUKTUR | 8 |
| 2.2 | BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET | 10 |
| 3 | RISKIDENTIFIERING | 10 |
| 3.1 | TRANSPORT AV FARLIGT GODS | 10 |
| 4 | RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING | 11 |
| 4.1 | INDIVIDRISKNIVÅ | 13 |
| 4.2 | SAMHÄLLSRISKNIVÅ | 14 |
| 5 | RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER | 14 |
| 5.1 | REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER | 15 |
| 6 | DISKUSSION | 15 |
| 7 | SLUTSATSER | 17 |
| BILAGA A. | METOD FÖR RISKHANTERING | 18 |
| BILAGA B. | STATISTISKT UNDERLAG | 19 |
| BILAGA C. | FREKVENSBERÄKNINGAR | 22 |
| BILAGA D. | KONSEKVENSBERÄKNINGAR | 31 |
| BILAGA E. | REFERENSER | 37 |

1 INLEDNING

WSP har av Älvdalens kommun fått i uppdrag att genomföra en risk- och sårbarhetsanalys som underlag till upprättande av fördjupad översiktsplan för Idreområdet.

Under arbete med den kommunövergripande översiktsplanen för Älvdalens kommun meddelade länsstyrelsen att det där saknas redovisning angående riskfaktorer som farligt gods, översvämning och ras-, erosion och skred. De konstaterar även att översiktsplanen ska redogöra för och ta ställning kring klimatrelaterade risker för skador på den byggda miljön till följd av översvämning, ras, skred och erosion samt att det ska framgå hur dessa risker kan minska eller upphöra.

Arbetet består i huvudsak av tre delutredningar där denna rapport berör den första.

1. Farligt gods
2. Ras och skred
3. Översvämning

Enligt Länsstyrelsen i Dalarnas län ska riskhanteringsprocessen beaktas vid framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Riskbedömningen upprättas för att ge en övergripande bild av områdets risker med avseende på farligt gods-leder.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att presentera ett underlag sådant att fördjupad planering i enlighet med Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt Länsstyrelsen i Dalarnas läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led underlättas.

Målet med riskbedömningen är utreda farligt gods-ledernas omgivningspåverkan med hänsyn till risk, samt att efter behov ge förslag på generella åtgärder och markanvändning.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen 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.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med farligt gods-olyckor. 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. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet. Risker förknippade med ras och skred hanteras i separat rapport.

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

1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

1.4.1 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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, ... (PBL 2010:900. 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 [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)

1.4.2 Riktlinjer

Länsstyrelsen Dalarna [1] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Tabell 1 och efterföljande text redogörs för 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.

Tabell 1. Avstånd från typetablering till farligt gods-led där särskild riskhantering normalt sett inte behöver genomföras [1].

| Närmare än 30 meter | 30-70 meter | 70-150 meter | Över 150 meter |
|---------------------|-----------------------|---|--|
| Odlingar | Bilservice | Bostäder i högst 2 plan | Bostäder i mer än 2 plan |
| Trafikytor | Industrier | Mindre samlingslokaler | Vård |
| Ytparkering | Mindre handel | Handel | Kontor i flera plan |
| Friluftsområden | Tekniska anläggningar | Mindre kontor | Hotell |
| | Övrig parkering | Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarplats | Kultur- och idrottsanläggningar med betydande åskådarplats |
| | Lager | | Större samlingslokaler |
| | | | Skolor |

Området 0-30 meter från riskkällan

Områden närmast transportleden bör begränsas i användning så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Områden i direkt anslutning till farligt godsleden bör inte heller exploateras på ett sådant sätt att eventuella olycksförlopp kan förvärras.

Inom 30 meter finns risk för mekanisk påverkan från avkörande fordon och samtliga ADR-klasser (olika typer av farligt gods) påverkar detta område. Den största mängden farligt gods som idag transporteras längs våra vägar är petroleumprodukter. Dessa ämnen genererar ett riskavstånd som begränsas till cirka 30 meter från väggkant.

Området 30-70 meter från riskkällan

I området närmast efter det bebyggelsefria området bör markanvändningen utformas så att få personer uppehåller sig i området och de personerna alltid är i vaket tillstånd.

Området 70-150 meter från riskkällan

På detta avstånd kan de flesta typer av markanvändning förläggas utan särskilda åtgärder eller analyser. Undantaget är sådan markanvändning som innefattar särskilt många eller utsatta personer.

Området mer än 150 meter från riskkällan

Praktiskt taget alla former av bebyggelse är lämplig. Motiveringen är att individriskkurvan har "planat ut". Nyttan med ytterligare skyddsavstånd är svår att påvisa.

I vissa planeringssituationer bör man dock beakta riskerna med farligt gods även längre bort än 150 meter, till exempel om typen av markanvändning ställer särskilda krav på skyddsavstånd, till exempel mycket personintensiv verksamhet, eller intill leder med mycket omfattande transporter av explosiva ämnen eller där andra intilliggande riskobjekt kan innebära att riskområden överlagras varandra.

1.5 SAMRÅD

Länsstyrelsen har i granskningsutlåtande (dnr: 401-12162-2018) lämnat nedan yttrande till Översiktsplanen för Älvsjö kommun för 2019-2030.

Stora delar av översiktsplanens utpekade utvecklingsstråk ligger längs med riksväg 70. Riksväg 70 är utpekad som transportled för farligt gods. Översiktsplanen anger att riskhantering ska ske m.h.t. farligt gods men planen redovisar inga konkreta ställningstaganden till hur de ska hanteras i olika delområden. Länsstyrelsen kan därför inte ge något besked som ger kommunen planeringstrygghet.

1.6 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

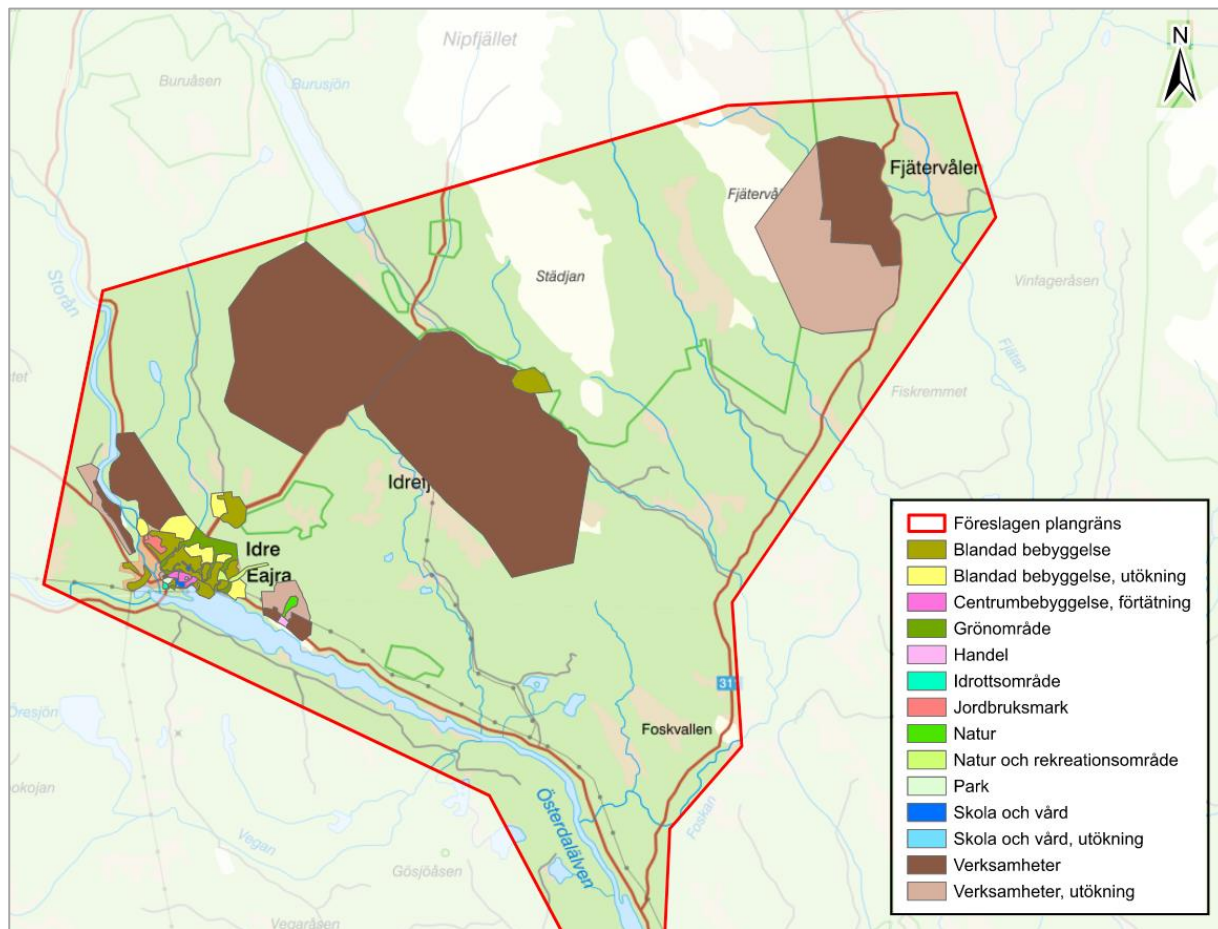
- Översiktsplan för Älvdalens kommun [2]
- Yttranden 401-63-27-2022 och 401-12162-2018 från Länsstyrelsen Dalarna [3] [4]

1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Gustav Nilsson (Brandingenjör/ 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 Fredrik Larsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering)

2 UTREDNINGSSOMRÅDET

Utredningsområdet utgörs av Idre tätort med omnejd enligt Figur 1.



Figur 1. Utredningsområde under utveckling.

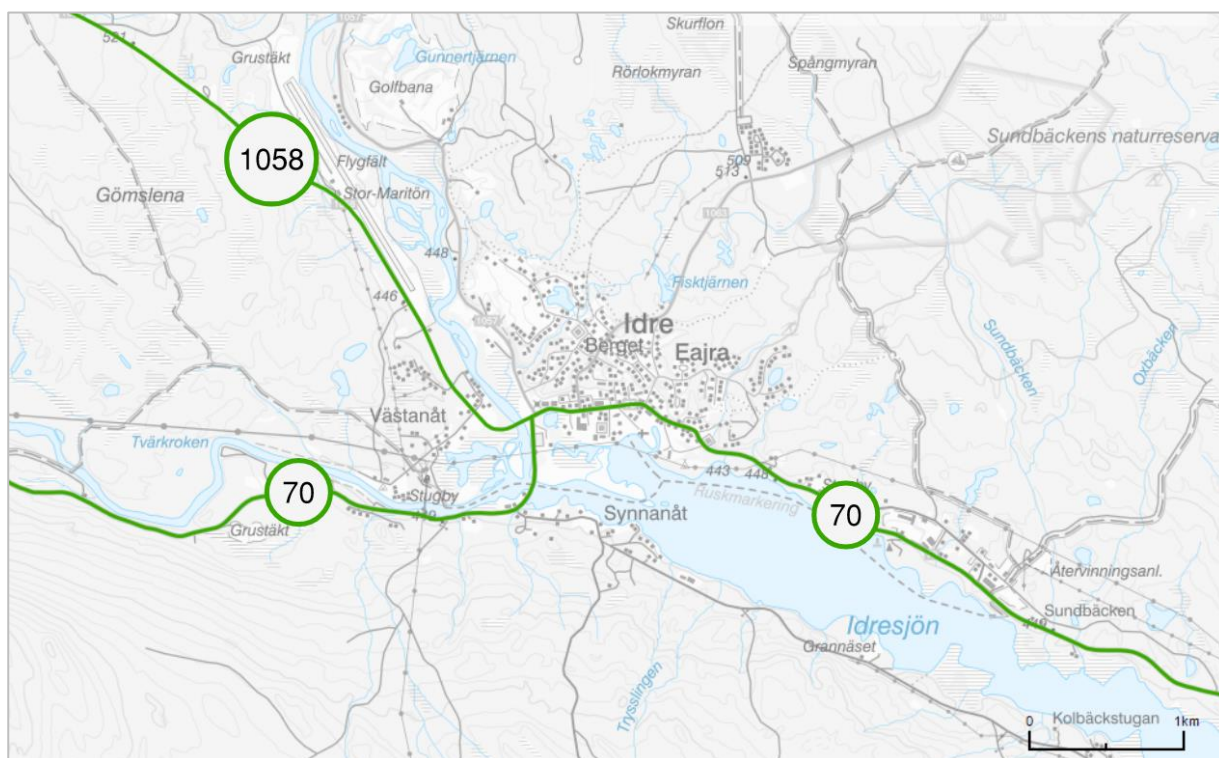
Utvecklingen består i en utökning av både tätorten i form av bostadsbebyggelse, handel och centrumverksamhet nyetablering och utökning av befintlig besöksnäring.

2.1 INFRASTRUKTUR

Inom Älvdalens kommun är riksväg 70 samt länsvägarna 311, 1024, 1029 samt 1058 utpekade som rekommenderade transportleder för farligt gods. Av dessa sker transport genom och kring Idre på riksväg 70 och länsväg 1058 enligt Figur 2.

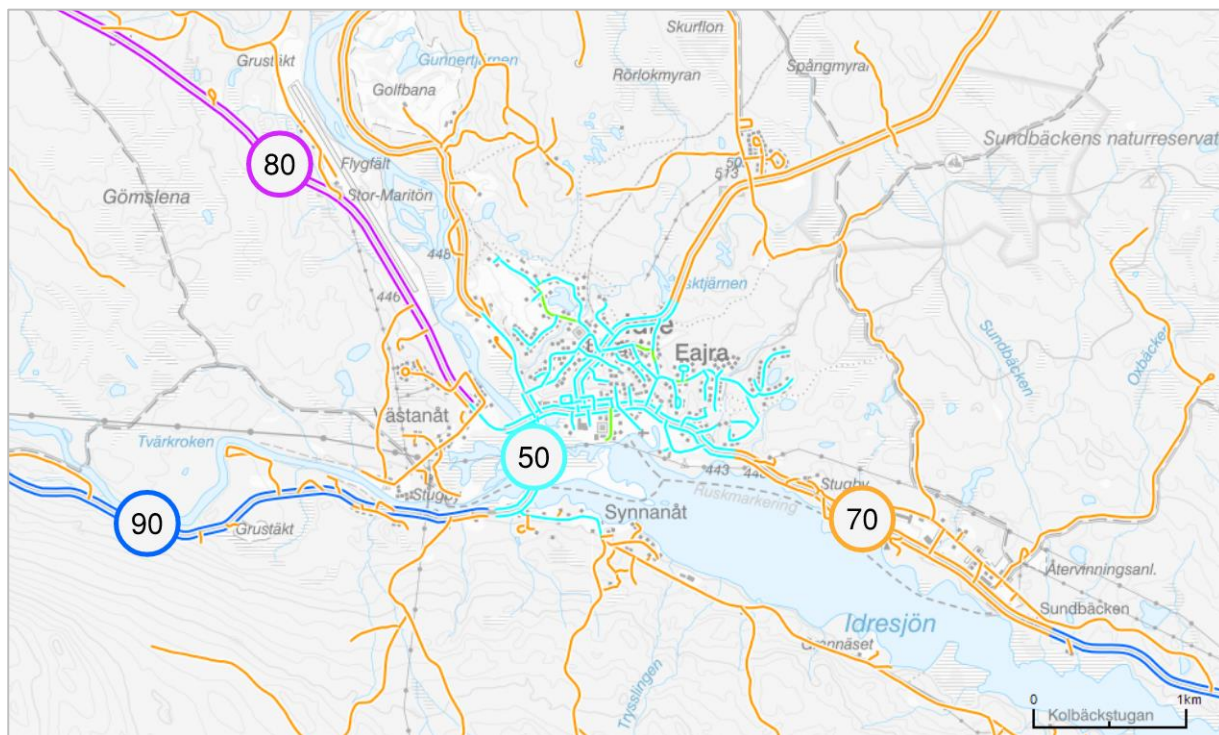
Transport av farligt gods beräknas för två statistiska fall:

- Enligt målpunktsanalys.
- Enligt nationellt genomsnitt baserat på senaste fem års statistik från TRAFRA.



Figur 2. Utpekade farligt gods-leder kring Idre. Hämtat från NVDB.

Hastighetsbegränsning på vägarna varierar mellan 90 km/h och ner till 50 km/h inne i tätorten enligt Figur 3. Med hänsyn till detta genomförs beräkningar för olika delavsnitt för vägarna. Hänsyn till hastighetsbegränsning tas genom tillämpning av olyckskvoter, förekomst av singelolyckor och dimensionerande krockvåld för lastskada [5].



Figur 3. Hastighetsbegränsning i Idreområdet. Hämtat från NVDB.

2.2 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Med hänsyn till den förväntade farligt gods-transporten i området görs bedömning att individrisken är överordnad samhällsrisken i den övergripande planeringen.

Med anledning av detta behandlas inte persontätheten i området vidare i denna rapport.

3 RISKIDENTIFIERING

3.1 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Utppekade farligt gods-leder i Idreområdet utgörs av primära leder vilket innebär att det inte finns några begränsningar i mängd eller typ av farligt gods-transport.

3.1.1 Målpunktsanalys

Baserat på kartstudier samt redogörelse för farliga- och/eller tillståndspliktiga verksamheter i regionen görs bedömning att den förväntade transporten av farligt gods i utredningsområdet [6] är relativt liten och i huvudsak begränsad till att omfatta klass 3, brandfarlig vätska .

Detta stämmer även bra överens med MSB:s kartläggning av farligt gods från 2006 [7], i vilken endast transport av klass 3 har identifierats.

I dagsläget finns en (1) drivmedelsstation inom tätorten. Vid framtida exploatering bedöms det rimligt att ytterligare fordonsrörelser medför en större drivmedelskonsumtion, trots en ökande andel elbilar.

Beräkningarna utgår således från att transport av farligt gods i betydande mängd är begränsad till att omfatta klass 3 med en frekvens om 2 transporter per drivmedelsstation i nulägesalternativet, samt en ökning om 50 % för utbyggnads/framtids-alternativet.

Ett återupprättande av reguljärtrafik på flygplatsen skulle ytterligare öka transporten av brandfarlig vätska genom tätorten. Sedan 2019 används flygplatsen för privat- och taxiflyg, vilket inte bedöms ge upphov till en i sammanhanget betydande farligt gods-transport.

3.1.2 Nationell statistik

Som känslighetsanalys genomfört även beräkningar motsvarande farligt gods-transport enligt det nationella snittet. Detta för att påvisa hur ett sådant transportarbete skulle påverka riskbilden, i syfte att möjliggöra för en robusthetsdiskussion.

Med hänsyn till att vissa ADR-S klasser endast förväntas ge upphov till olycka med konsekvens i olyckans direkta närhet, görs bedömning att denna känslighetsanalys omfattar farligt gods i klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5.

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport.

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 förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk [8]. Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med åtgärder 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.

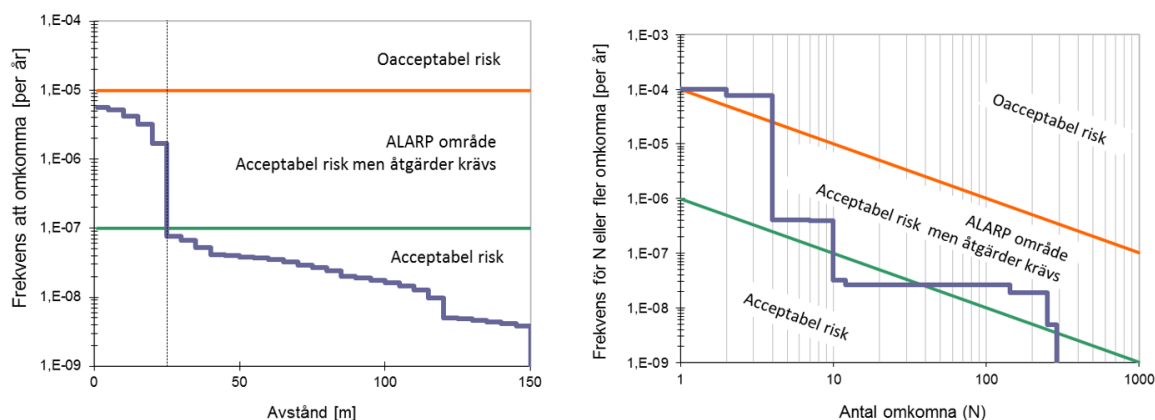
De risker som bedöms vara **acceptabla med åtgärder** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande 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 2 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 4.

Tabell 2. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

| Riskmått | 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 4. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [8].

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmättet 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 4) 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 4) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåten, individrisk och samhällsrisk, 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 vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [9] 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 C.

Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga D.

4.1 INDIVIDRISKNIVÅ

Individrisk har beräknats med indata för väg 70 öster om Idre tätort.

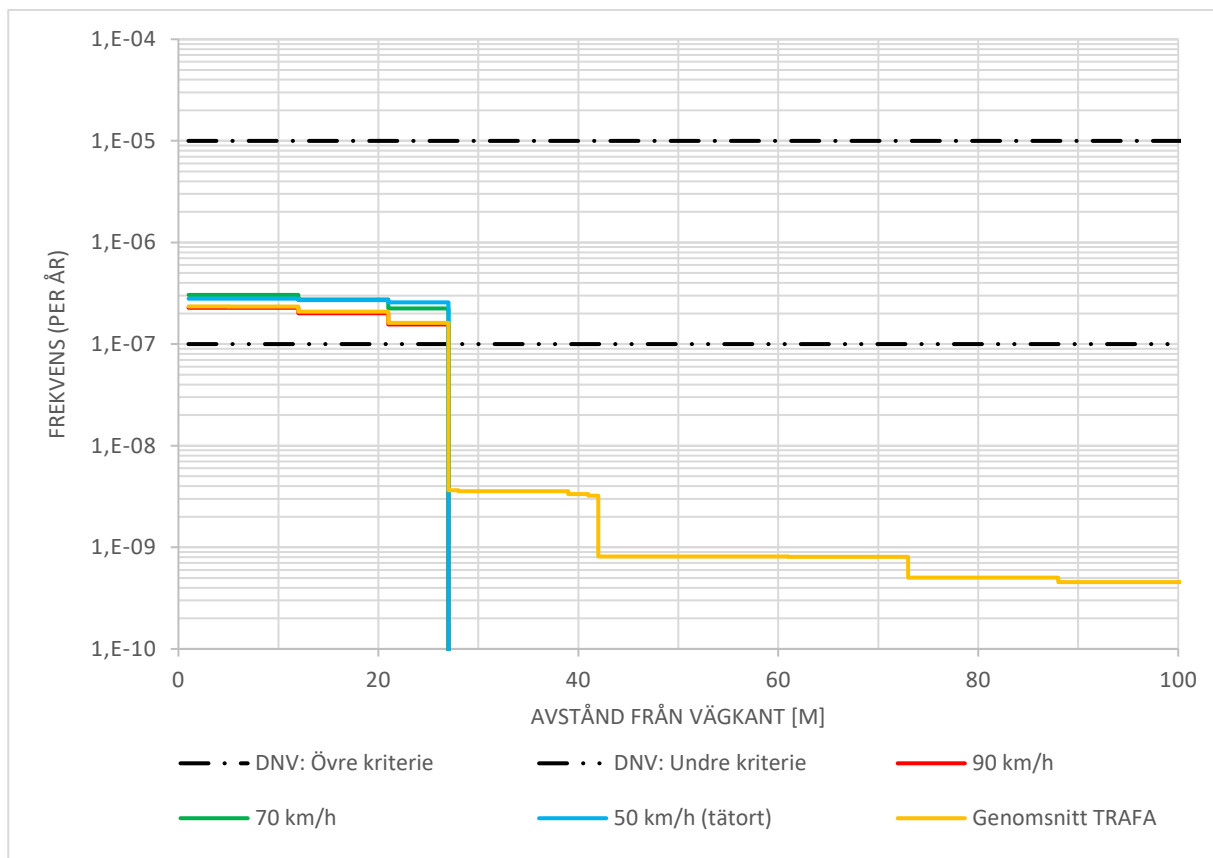
Ur figuren nedan kan utläsas att individrisken är inom den nedre delen av ALARP. Inom 30 meter åskådliggörs ingen större skillnad mellan den uppskattade transporten och den transport som approximerats från nationell statistik.

Den förhöjda risknivån härrör från transport av klass 3, brandfarlig vätska.

Baserat på resultatet görs bedömning att den vidare planeringen av markanvändning utmed väg 70 bör följa Länsstyrelsens rekommendation för zonen 0-30 meter. Bortom 30 meter görs bedömning att inga inskränkningar i markanvändning erfordras.

Byggnation inom 30 meter från väg 70 bedöms möjlig under förutsättning att riskreducerande åtgärder i form av brandklassade ytterväggar (i vägens siktlinje) och tak (lägre än 10 meter) i lägst klass EI 30 tillämpas. Sådan bebyggelse bör även utformas sådant att utrymning kan ske bort från riskkällan.

Att exploatering inom 30 meter från väg 70 bedöms vara möjlig grundar sig i att effekten av åtgärder för risker förknippade med brandfarlig vätska är robusta och enkla att verifiera.



Figur 5. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter.

Genom att anamma detta förhållningssätt görs bedömning att den framtida exploateringen kan ske på ett robust tillika hållbart sätt, där en ökande transport av brandfarlig vätska inte ger en betydande förändring i riskbilden. Förhållningssättet ger även en robusthet med avseende på en transport motsvarande riksgenomsnittet beräknat från ÅDT.

Ur figuren kan även utläsas att skillnaden mellan de olika delsträckorna inte ger upphov till någon större skillnad i risknivå. Detta beror primärt av att antalet olyckor i stadsmiljö är högre, men att krockvåldet är lägre och således leder till färre betydande läckage.

Väg 1058 och väg 70 väster om Idre förväntas baserat på målpunktanalysen ge upphov till en lägre individrisk, men då de är utpekade som primära farligt godsleder görs bedömning att kommunen i översiktsplaneringen bör kravställa likt för riskhantering likt för väg 70 öster om Idre.

Detta för att ta höjd för framtida förändringar i transport, t.ex. utökning av flygplatsens verksamhet eller nyetableringar av nya målpunkter utmed sträckningarna.

4.2 SAMHÄLLSRISKNIVÅ

Med hänsyn till att risken utmed farligt gods-lederna är starkt knuten till brandfarlig vätska, samt att individrisken blir styrande med avseende på vägnära markanvändning görs bedömning att samhällsriskberäkningar inte behöver genomföras på en generell nivå. Vidare är beräkning av samhällsrisk i större utsträckning beroende av de lokala förutsättningarna i den enskilda planen, varför måttet i aktuellt fall inte bedöms tillämpligt att använda i en generell vägledning.

Vid planläggning av tät och vägnära (inom 30 meter) bebyggelse bör samhällsrisk beaktas i den aktuella detaljplaneprocessen.

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 (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetskänsliga åtgärder i detaljplaner [10], 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 Säkerhetskänsliga åtgärder i detaljplaner [10]. 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.

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

5.1.1 Skyddsavstånd

WSP föreslår att kommunen i den vidare planeringen följer länsstyrelsens riktlinje för exploatering inom 0-30 meter från farligt gods-led. Detta innebär att markanvändning primärt utgörs av odlingar, trafikytor, ytparkering och friluftsområden sådant att marken inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Området i direkt anslutning till väg ska utformas sådant att olycksförlopp inte eskaleras.

Bebyggelse inom 0-30 meter från väg bedöms kunna möjliggöras under förutsättning att åtgärder i form av brandtekniskt brandskydd enligt 5.1.2 implementeras.

I övrigt görs bedömning att länsstyrelsens föreslagna skyddsavstånd till typbebyggelse enligt Tabell 1 kan frångås med anledning av farligt gods-transportens omfattning.

5.1.2 Byggnadstekniskt brandskydd

Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och/eller fönster utformas på ett sätt vilket reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av pölbrand och/eller jetflamma.

Byggnation inom 30 meter från väg 70 bedöms möjlig under förutsättning att riskreducerande åtgärder i form av brandklassade ytterväggar och tak implementeras. Exakt behov och omfattning ska utredas och fastställas i respektive plan, men en utgångspunkt i brandteknisk klass EI 30 bedöms lämplig.

Bebyggelse belägen inom 30 meter från väg bör även vara möjlig att utrymma bort från riskkällan.

Balkonger inom 30 meter mot farligt gods-led bör undvikas, men bedöms inte vara omöjligt att motivera beroende på lokala förutsättningar.

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:

- utformning och disposition av utredningsområdet
- farligt gods-transporter förbi utredningsområdet
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och

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. [5]

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. [5]

7 SLUTSATSER

Farligt gods i Idre-området bedöms i nuläget och framtiden bestå primärt av klass 3, brandfarlig vätska.

WSP:s bedömning är att en robust samhällsplanering kan erhållas under förutsättning att nedanstående förhållningssätt tillämpas i den vidare planeringen av Idre-området.

- Inom 0-30 meter från väg 70 och väg 1058 ska ett skyddsavstånd och markanvändning i enlighet med länsstyrelsens rekommendation tillämpas som utgångspunkt. Fördjupning eller frångående från förhållningssättet kan vara aktuellt i samband med detaljutredning för enskilda planer, men bedöms utgöra en bra generell nivå för övergripande planering.
- Bebyggelse inom 30 meter bedöms kunna vara möjlig under förutsättning att brandskyddsåtgärder i form av brandklassade ytterväggar och tak vidtas. Detta ska dock verifieras i samband med detaljplanering. Vid bebyggelse inom 30 meter från väg ska även utrymning kunna ske i riktning bort från riskkällan.
- Med hänsyn till att risken utmed farligt gods-lederna är starkt knuten till brandfarlig vätska, samt att individrisken blir styrande med avseende på vägnära markanvändning görs bedömning att samhällsriskberäkningar inte behöver genomföras på en generell nivå. Vid planläggning av tät och vägnära (inom 30 meter) bebyggelse bör dock samhällsriskberäkningar genomföras i den aktuella detaljplaneprocessen.

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.

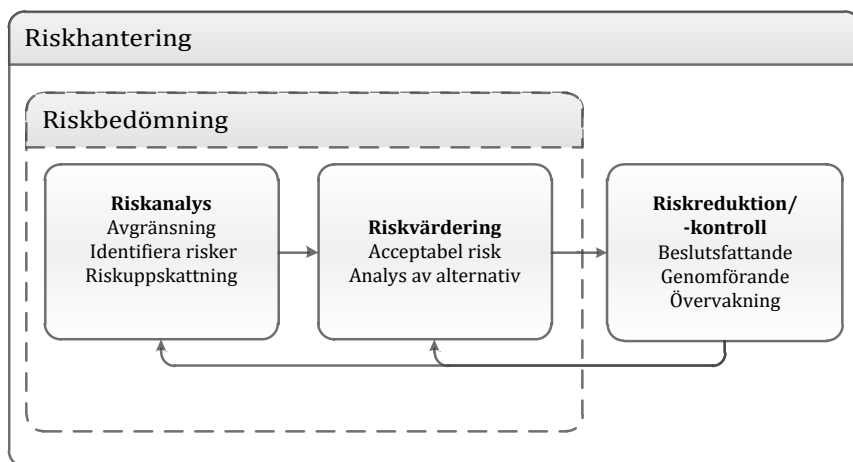
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [11] [12], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 6.

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 6. 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.

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 OLYCKSFREKVENNS

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [9] 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 [13] 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 senare 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 nedanstående metodik med indata enligt Tabell 3. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2040 baserat på en uppräknig av tillgängliga trafikdata i NVDB.

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$

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

Tabell 3. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt Farligt gods – riskbedömning vid transport.

| Indataparameter | Väg 70 | Väg 70 | Tätort | TRAFKA |
|---------------------------|--------|--------|--------|----------|
| ÅDT _{total} | 1300 | 1300 | 3000 | * |
| ÅDT _{FG} | 3 | 3 | 3 | 4,2 |
| Hastighetsgräns | 90 | 70 | 50 | 90/70/50 |
| Olyckskvot (OK) | 0,42 | 0,8 | 1,5 | * |
| Andel Singelolyckor (SiO) | 0,45 | 0,3 | 0,1 | * |
| Index | 0,28 | 0,15 | 0,02 | * |

*indata enligt resp. hastighetsbegränsning.

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 [14] 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 4 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 4. 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 [14]. | 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 [15]. |
| 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. |
| Klass 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. |
| 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 [13]. 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 2015 genomfördes omkring 540 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 16 miljoner ton, fördelat på en total sträcka av cirka 55 miljoner kilometer. Av samtlig tung trafik står farligt gods-transporter för omkring 2,5 % av den totalt tillryggalagda sträckan baserat på ett genomsnitt från 2009-2015. I Tabell 5 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFAs mellan åren 2009-2015 för hela landet [16]. Siffrorna anses representativa för utredd sträcka.

Statistik från Räddningsverket (nuv. MSB) [7] visar att transporterade mängder farligt gods längs den aktuella vägsträckan begränsas i enlighet med de antagande som gjorts i målpunktsanalysen. Tabell 5 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån en sammanvägning av 1998 och 2006 års transportstatistik samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken [16].

Tabell 5. Antalet farligt gods-transporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser.

| | Målpunktsanalys/MSB 2006 | Nationell statistik/TRAFAs |
|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| ÅDT _{FG} | 3 | 4,2 |
| ADR-S klass 1 | - | 0,32 % |
| ADR-S klass 2.1 | - | 6,73 % |
| ADR-S klass 2.3 | - | 0,04 % |
| ADR-S klass 3 | 100 % | 47,3 % |
| ADR-S klass 5 | - | 2,6 % |
| ADR-S övriga | - | 43 % |

Beräkningar har utförts och redovisats för båda alternativen i syfte att påvisa robusthet i resultatet.

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 KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

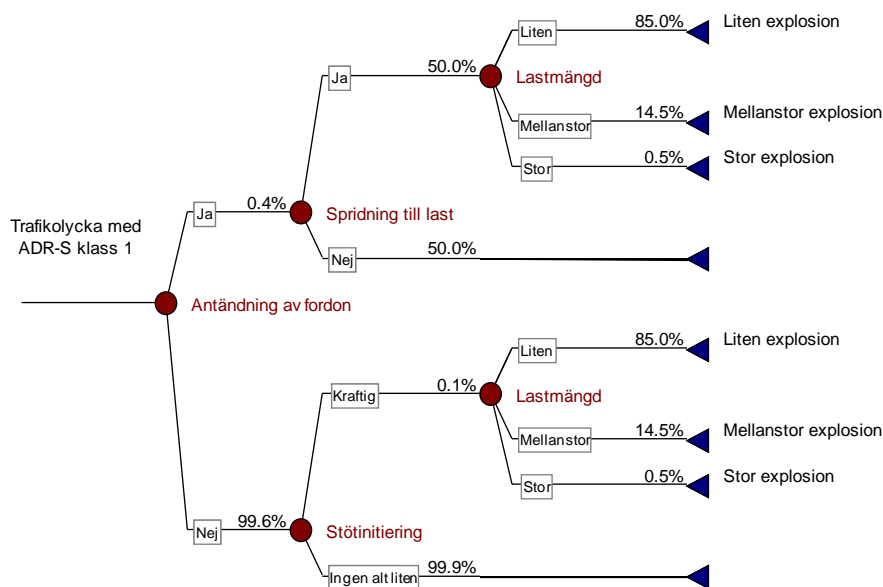
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [14]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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 (nuvarande MSB) [17] 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 7 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 7. 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 [18]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [19] [20].

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 [21], 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 insattstiden 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 [22], 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 [23]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [24] 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 [25] [26].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [27] 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 [28]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [29] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 6, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 6. 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) [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 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 giftiga¹. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [30]. 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 [22].

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 [31]. 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 [9].

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 i [9] 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 % [9].

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 % [32], 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 %.

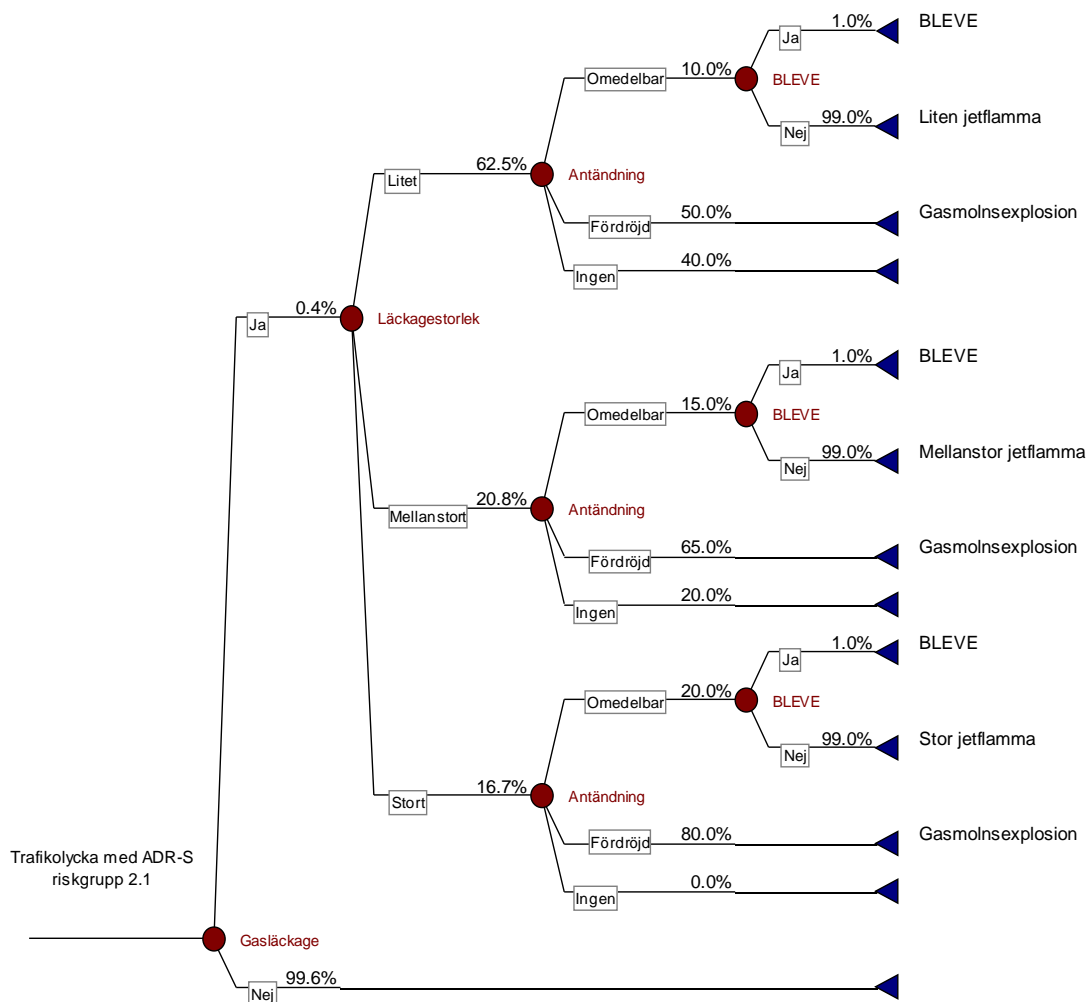
¹ Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

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 Händelseträäd med sannolikheter

Figur 8 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 8. Händelseträäd 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, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

C.2.3.1. REPRESENTATIVT ÄMNE

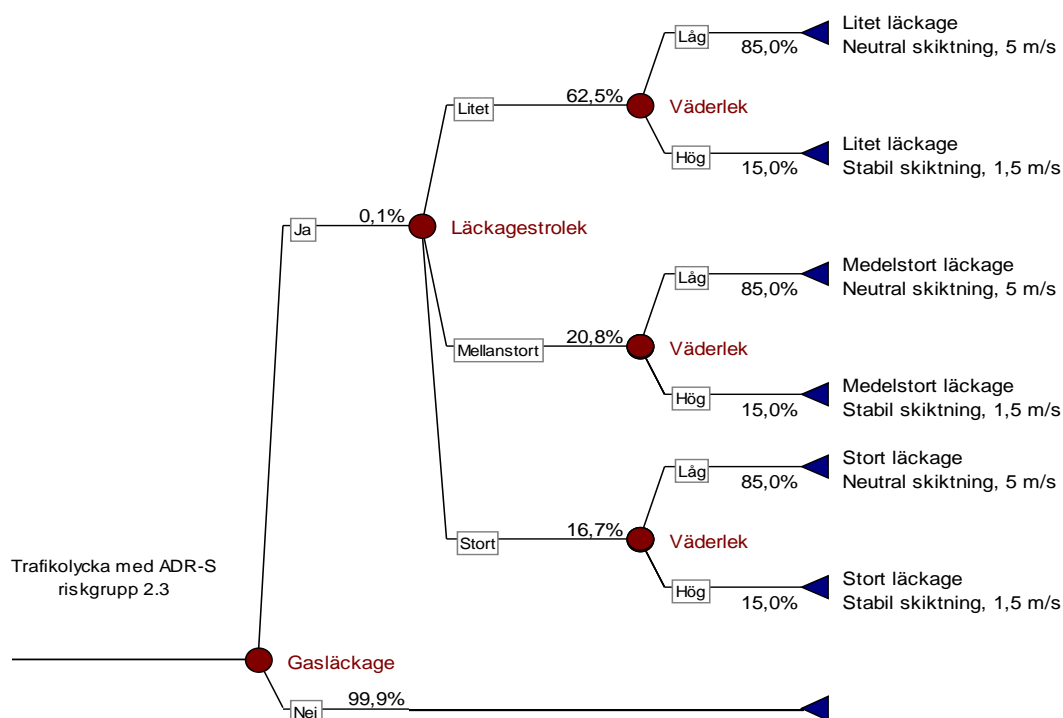
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

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



Figur 9. Händelseträd 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 [9]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [31]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [9].

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 % [9].

C.2.4.3. VÄDERLEK

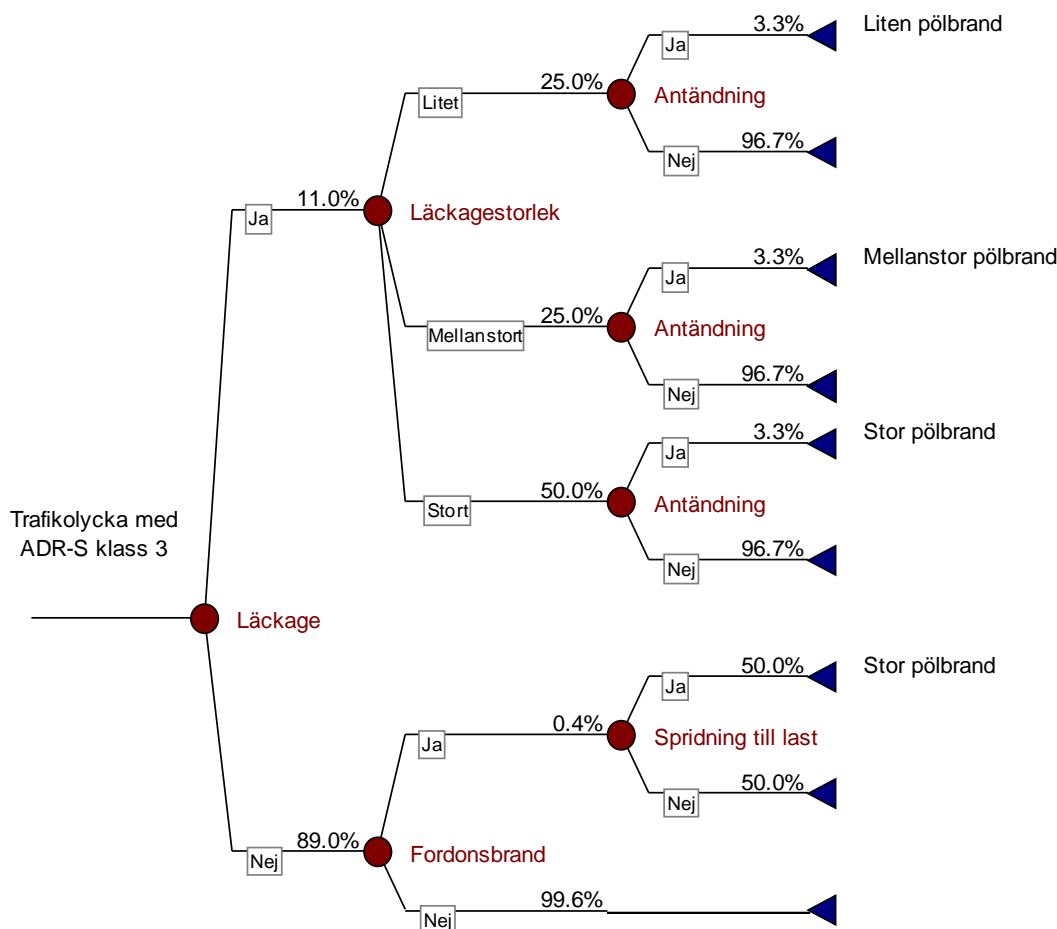
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varieras gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två typer av väderlek – Neutral atmosfärisk skiktning D med en vindhastighet på 5 m/s samt med en Extremt stabil skiktning 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 ansätts råda under resterande 15 %.

C.3. ADR-S KLASS 3 – BRANDFARLIGA VÄTSKOR

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

C.3.1 Händelseträdd med sannolikheter

I Figur 10 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 10. Händelsetråd 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 3.

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 [33] [34]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [9]. 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 [35]. 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 % [24].

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 KLAS 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 [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 tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [36]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [37] och FOI [38] 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 [39].

C.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

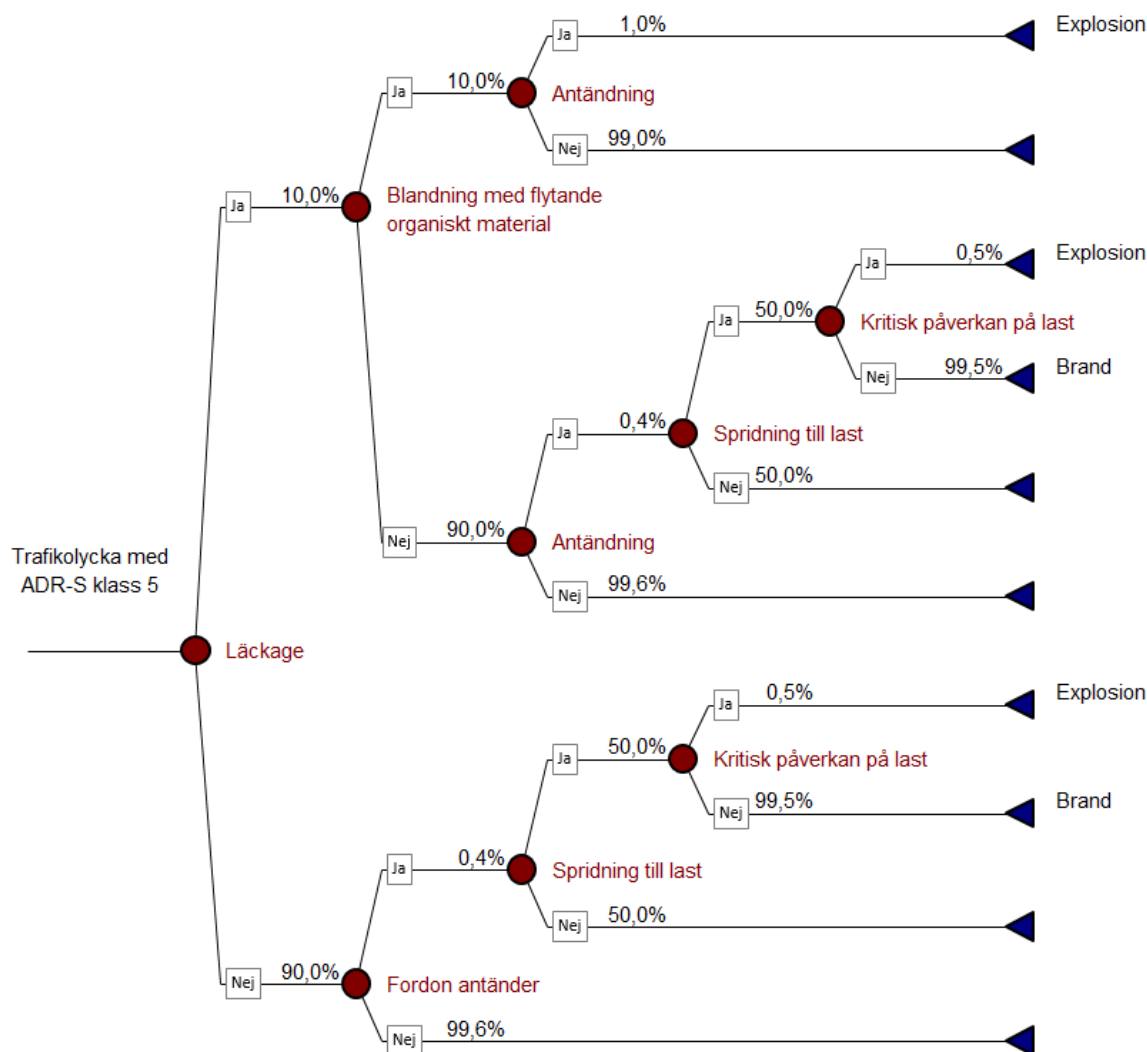
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [30]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splinter 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 [40], 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. HÄNDELSETRÄD MED SANNOLIKHETER

Figur 11 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 11. 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 [41]. 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.

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 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 det blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitrat. Sannolikheten för att ammoniumnitratet ska kontamineras vid en transportolycka ansätts till 10 %.

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 [37]. 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 [36]. Vidare krävs möjlighet till tryckuppbyggnad för att termiskt sönderfall av ren ammoniumnitrat ska kunna övergå till explosivt sönderfall genom deflagration eller detonation [42]. Smälta av ammoniumnitrat tros kunna skapa dessa förutsättningar även om forskningen inom området är bristfällig [42]. Hypotesen är att vätskepelare av smälta kan skapa en egen inneslutning i vilken trycket kan bli så pass högt att reaktionsförloppet blir explosionsartat [42]. Denna typ av olycksförlopp bedöms vara relativt långsamma och förutsätter troligtvis att ammoniumnitratet utsätts för en relativt kraftig och långvarig brandpåverkan. 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 har inträffat. 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 (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga D).

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

Då individrisken bedömts överordnad samhällsrisken för den övergripande planeringen har inga antagande och/eller bedömningar av persontäthetens storlek eller inverkan genomförts.

D.2. ANTAGANDE OM OLYCKANS PLACERING

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från väggkant 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 väggkanten.

D.3. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

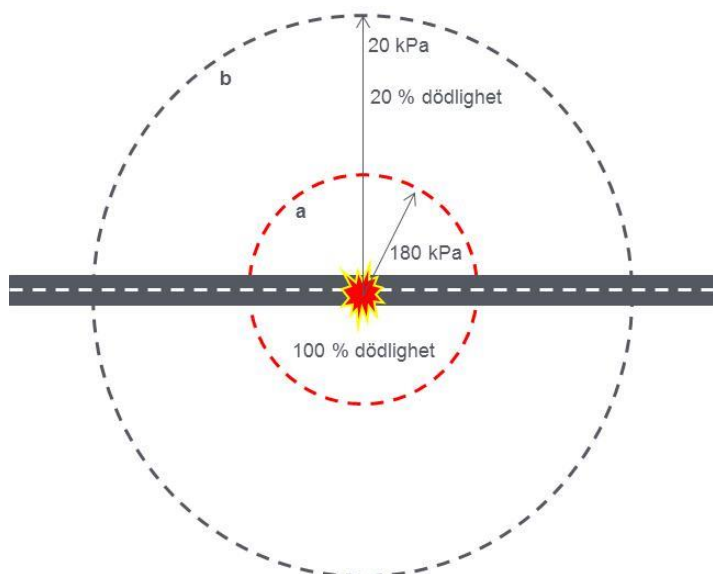
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [43].

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 [44]. 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 12.



Figur 12. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [45] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 7. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 7. 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 luftstöt vågen.

| 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* [46] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [9] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 8. 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.

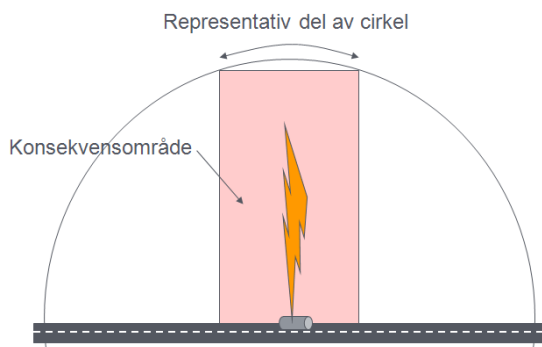
D.4.1.1. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [44]. 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* [44], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [47] 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 13.



Figur 13. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.4.1.3. 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 strålningpåverkan kan uppkomma.

Programvaran Spridning Luft [46] 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. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 13.

D.4.1.4. 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.4.2 ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen Spridning Luft och med ALOHA för totalt 6 scenarier. 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 9. Konsekvensavstånd för plym av giftig gas.

| Utsläpp | Väderlek | Avstånd till LC50@30 min | Spridningsvinkel |
|-------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|
| Litet | Stabilitetsklass D, 5 m/s | 10 meter | 45° |
| | Stabilitetsklass F, 1,5 m/s | 30 meter | 30° |
| Mellanstort | Stabilitetsklass D, 5 m/s | 30 meter | 45° |
| | Stabilitetsklass F, 1,5 m/s | 150 meter | 30° |
| Stort | Stabilitetsklass D, 5 m/s | 135 meter | 45° |
| | Stabilitetsklass F, 1,5 m/s | 690 meter | 30° |

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 [22] [48].

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 [22]. 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/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 | 21 meter |
| Stort utsläpp | 400 m ² | 27 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 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 [39]. 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.6.2 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. REFERENSER

- [1] Länsstyrelsen i Dalarna, *Farligt gods - riskhantering i fysisk planering*, Länsstyrelsen i Dalarna, 2012.
- [2] Älvdalens kommun, "Översiktsplan för Älvdalens kommun," 2019.
- [3] Länsstyrelsen Dalarna, "Yttrande (401-6327-2022) över avgränsning av miljöbedömning, fördjupad översiktsplan Idre, Älvdalens kommun," 2022.
- [4] Länsstyrelsen Dalarna, "Granskningsutlåtande (401-12162-2018) över översiktsplan för Älvdalens kommun," 2018.
- [5] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [6] B. N. Dalarna, "Riskanalys," 2019.
- [7] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 2006b.
- [8] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [9] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [10] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [11] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneva: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [12] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [13] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [14] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [15] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [16] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [17] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [18] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [19] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [20] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [21] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [22] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [23] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.

- [24] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [25] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [26] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [27] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [28] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [29] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [30] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [31] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [32] 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.
- [33] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [34] T. Gammelgåård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [35] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [36] 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.
- [37] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [38] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [39] R. Forsén, FOI, 2009.
- [40] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [41] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [42] V. Babrauskas och D. Leggett, "Thermal decomposition of ammonium nitrate," *Fire and Materials* 2019;1-19, 2019.
- [43] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [44] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [45] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [46] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [47] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [48] BBR, Boverket, 2006.