

KARLSKRONA KOMMUN

DETALJERAD RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN

MOTORN 3, KARLSKRONA

2024-10-24



Detaljerad riskbedömning för detaljplan

Motorn 3, Karlskrona

KUND

Karlskrona kommun

KONSULT

WSP Brand & Risk

Box 34

371 21 Karlskrona

Besök: Högabergsgatan 3

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSON

Fredrik Larsson	WSP Brand & Risk	fredrik.j.larsson@wsp.com
Christina Johansson	Karlskrona kommun	christina.johansson2@karlskrona.se

UPPDRAGSNAMN

RBDP Motorn 3

UPPDRAGSNUMMER

10369856

FÖRFATTARE

Fredrik Larsson

DATUM

2024-10-24

GRANSKAD AV

Katarina Herrström

GODKÄND AV

Fredrik Larsson

Sammanfattning

WSP har av Karlskrona kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning i samband med ny detaljplan för fastigheten Kv Motorn 3 i Karlskrona kommun.

Detaljplanens syfte är att pröva möjligheten att utveckla fastigheten med handel i form av tre snabbmatsrestauranger. Därtill ska möjlighet till hotell prövas. Planområdet föreslås planläggas för handel (H), kontor (K) och hotell (O).

Syftet med riskbedömningen är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk. Målet med riskbedömningen är att belysa risker förknippade med transporter av farligt gods på närliggande E22 respektive väg 28, samt med hantering av brandfarliga vätskor vid angränsande drivmedelsstation. 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.

Enligt det gällande exploateringsförslaget för planområdet är de beräknade individrisknivåerna acceptabla för planerad markanvändning. Även samhällsrisken är att betrakta som acceptabel.

Vidare gäller i enlighet med den så kallade rimlighetsprincipen, att möjligheter för ytterligare riskreduktion alltid ska övervägas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga, ska genomföras.

Ur ett riskperspektiv bedöms följande åtgärder vara rimliga för detaljplanen:

- Minsta bebyggelsefria skyddsavstånd från E22 är 30 meter enligt dagens befintliga vägläge. Enligt gällande exploateringsförslag är bebyggelsefritt skyddsavstånd ansatt till 38 meter, vilket bedöms tillräckligt ur risksynpunkt och ger en säkerhetsmarginal för eventuell framtida vägbreddning med ett körfält norrut.
- Inom det bebyggelsefria skyddsavståndet (38 meter) ska marken inte utformas med uteplatser, lekplatser, uteservering etc. Lokalgata, cykel- och gångbana, ytparkering etc. medges dock inom den aktuella zonen.
- Utrymning av byggnader inom planområdet ska kunna ske norrut för att möjliggöra trygg utrymning i skydd av byggnad vid eventuell olycka på E22. Utrymningsvägar får även (men inte enbart) placeras i riktning mot E22 i den mån det behövs avseende byggnadens brandtekniska utformning.

Planerad placering av bebyggelse inom planområdet uppfyller kraven på skyddsavstånd till drivmedelsstation som listas i MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. De olyckor som bedöms kunna uppkomma inom drivmedelsstationen har konsekvensavstånd som understiger aktuella skyddsavstånd, varvid denna riskpåverkan betraktas som acceptabel ur ett olycksriskperspektiv.

Det bör noteras att riskbedömningen för drivmedelsstationen utförts övergripande och utifrån ett detaljplaneperspektiv. Den ersätter inte de riskbedömningar som ska upprättas av verksamhetsutövaren i samband med tillståndshantering för verksamheten.

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

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	8
1.6	INTERNKONTROLL	9
2	OMRÅDESBESKRIVNING	10
2.1	PLANOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING	10
2.2	PLANERADE EXPLOATERING	11
2.3	DRIVMEDELSSTATION CIRCLE K	12
2.4	E22 OCH VÄG 28	13
3	RISKIDENTIFIERING	14
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	14
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ E22 OCH VÄG 28	14
3.3	RISKER MED BRANDFARLIG VÄTSKA VID DRIVMEDELSSTATION	14
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	16
4.1	RISKNIVÅ AVSEENDE FARLIGT GODS-TRANSPORTER PÅ E22 OCH VÄG 28	17
4.2	RISKNIVÅ AVSEENDE HANTERING AV BRANDFARLIG VÄTSKA VID DRIVMEDELSSTATION	19
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	21
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	21
6	DISKUSSION	23
7	SLUTSATSER	24
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	25
BILAGA B.	STATISTISKT UNDERLAG	26
BILAGA C.	FREKVENSBERÄKNINGAR	28
BILAGA D.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	40
BILAGA E.	REFERENSER	46

1 INLEDNING

WSP har av Karlskrona kommun fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning i samband med ny detaljplan för fastigheten Kv Motorn 3 i Karlskrona kommun.

Detaljplanens syfte är att pröva möjligheten att utveckla fastigheten med handel i form av tre snabbmatsrestauranger. Därtill ska möjlighet till hotell prövas. Planområdet föreslås planläggas för handel (H), kontor (K) och hotell (O).

Enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Motsvarande riktlinjer saknas i Blekinge län, men ofta hänvisas i liknande ärenden till riktlinjer för Skåne län (*RIKTSAM*) [1]. Planområdet angränsar till E22 i söder, vilken är utpekad som transportled för farligt gods. Väster om planområdet finns därtill väg 28 som också utgör transportled för farligt gods.

I nordost angränsar fastigheten till Circle K drivmedelsstation. Länsstyrelserna i Blekinge eller Skåne län anger inga specifika skyddsavstånd etc. gällande bensinstationer. I MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på drivmedelsstationer* [2] redovisas rekommenderade avstånd till drivmedelsstationer och beror av bebyggelseyp och hanterade ämnen.

Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led samt hantering av brandfarlig vara inom drivmedelsstationen.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Plan- och bygglagens (2010:900) krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsens krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led.

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

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av detaljplanens lämplighet med avseende på liv och hälsa i enlighet med krav för markanvändning i Plan- och bygglagen, samt att vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Bedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken? (riskuppskattning)
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på E22 och väg 28 samt hantering av brandfarlig vara vid drivmedelsstationen som angränsar till planområdet. 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 elsäkerhet, påkörning eller kollision samt långvarig exponering av buller och luftföroreningar.

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

Det bör noteras att riskbedömningen för drivmedelsstationen utförs övergripande och utifrån ett detaljplaneperspektiv. Den ersätter inte de riskbedömningar som ska upprättas av verksamhetsutövaren i samband med tillståndshantering för verksamheten. Bedömningen utgår från uppförandet av handel, kontor och hotell intill befintlig drivmedelsstation och innefattar därmed i huvudsak en bedömning av avstånd och lokala förhållanden. Ingen bedömning av huruvida drivmedelsstationen i sig uppfyller relevanta krav har utförts i detta skede. Det förutsätts således att den befintliga drivmedelsstationen uppfyller relevanta krav.

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

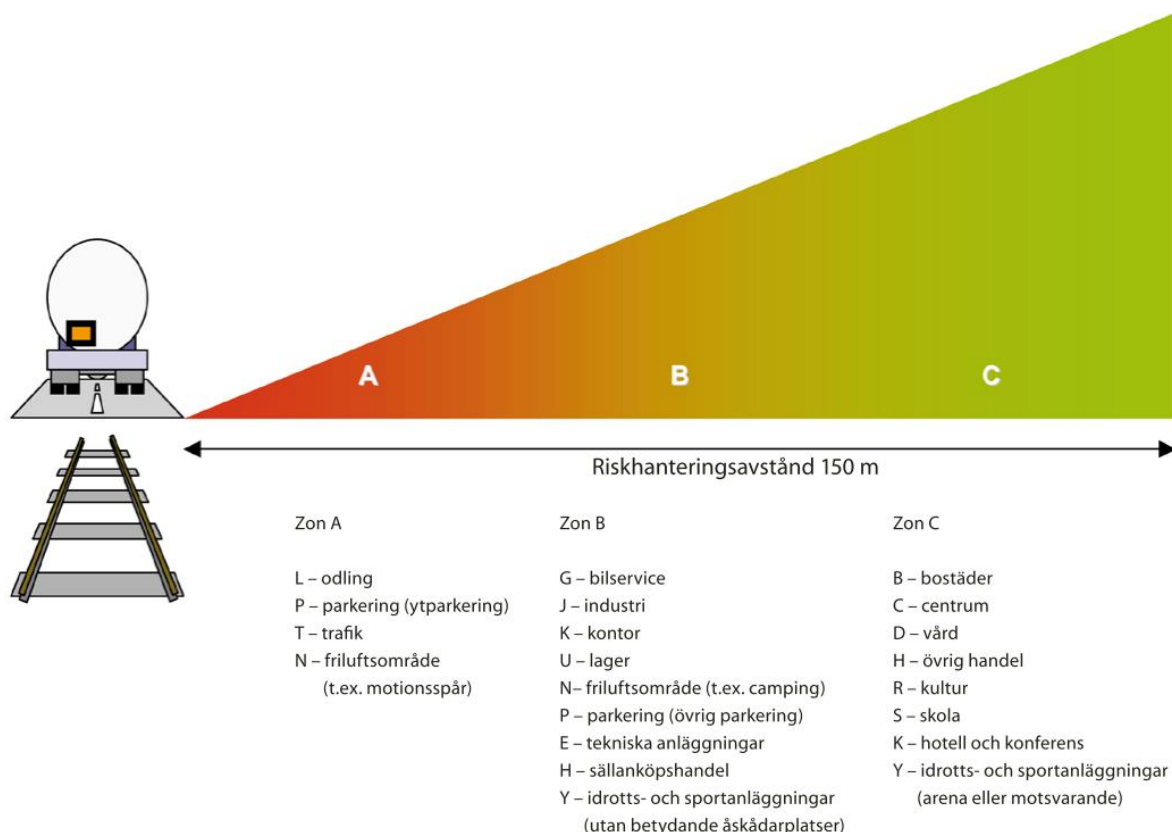
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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 farligt gods-leder

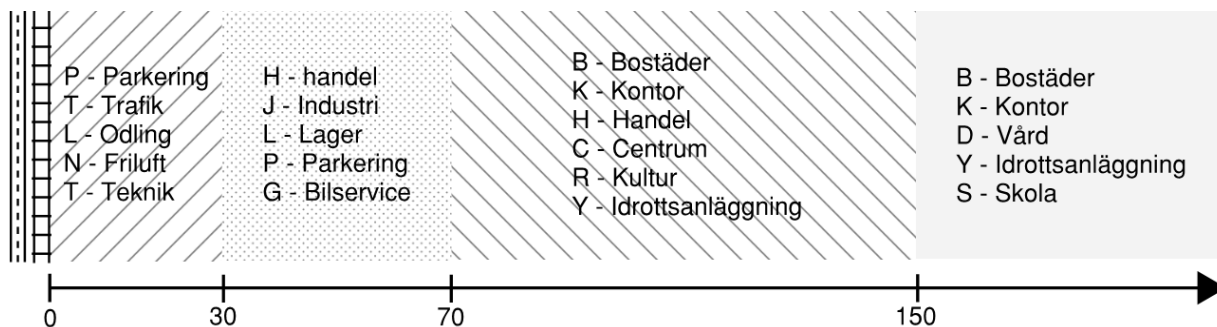
Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen [1] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. Motsvarande riktlinjer saknas i Blekinge län, men ofta hänvisas i liknande ärenden till riktlinjer för Skåne län. 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 [1].

Länsstyrelsen i Skåne län har därtill tagit fram Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM) [3]. I RIKTSAM föreslås tre vägledningsnivåer för att säkerställa att tillfredsställande och jämförbar säkerhet åstadkoms i samhällsplaneringen. Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd, och uttrycks som minimiavstånd för god planering mellan transportleder och markanvändning, se Figur 2. Vägledning 2 baseras på deterministiska kriterier (hänsyn till konsekvenser som tänkbara scenarier medför). Vägledning 3 baseras på probabilistiska kriterier (hänsyn till såväl sannolikhet som konsekvens av tänkbara scenarier) avseende individ- och samhällsrisk. Vägledningarna ska tillämpas för bebyggelse som planeras inom vägledningsområdet 200 meter från transportleder för farligt gods.

I aktuellt fall nyttjas vägledning 3 som underlag för riskbedömning.



Figur 2. Föreslagna skyddsavstånd i Vägledning 1 [3].

Aktuell typ av handel (H) samt kontor (K) ska enligt vägledning 1 placeras på ett avstånd om minst 70 meter från riskkälla, enligt Figur 2 ovan [2]. Hotell/Tillfällig vistelse (O) omnämns ej, men bör, beroende

på omfattning, kunna betraktas som Bostäder (B) med ett skyddsavstånd om 70-150 meter till riskkälla. I aktuellt fall undersöks möjlighet att upprätta ny snabbmatsrestaurang (användning handel (H)) som närmst ca 38 meter från E22, samt kontor (K) och Hotell (O) som närmst ca 90 meter från E22, varvid angreppssättet probabilistisk analys tillämpas i enlighet med Vägledning 3 beskriven ovan.

Avstånden från väg 28 till snabbmatsrestaurang uppgår till ca 105 meter och till hotell ca 160 meter, vilket är inom vägledningsområdet om 200 meter. Därmed inkluderas även väg 28 i den probabilistiska riskbedömningen.

1.4.3 Riktlinjer från Länsstyrelsen och MSB

Länsstyrelsen i Skåne Läns riktlinjer *RIKTSAM* saknar avståndsangivelser gällande skyddsavstånd kring drivmedelsstationer. Även Länsstyrelsen i Blekinge län saknar tillämpbara avståndsangivelser.

I MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på drivmedelsstationer* [2] redovisas rekommenderade avstånd till drivmedelsstationer och beror av bebyggelseyp och hanterade ämnen. Nedanstående riktvärden för avstånd utgår från cistern under jord med brandfarlig vätska klass 1. Tabellen visar vilka avstånd (meter) som bör säkerställas (för projektering av respektive drivmedelsstation skall handboken studeras i detalj).

Tabell 1. Avståndskrav i meter inom och runt om drivmedelsanläggning.

<i>Objekt</i>	<i>Påfyllnings- anslutning till cistern</i>	<i>Mätarskåp</i>	<i>Pejlförskruvning</i>	<i>Cistern- avluftningens mykning</i>
Plats där människor vanligen vistas ¹	25	18	6	12
Stor brandbelastning, gnistbildande verksamhet, öppen eld	25	18	6	12
Stationsbyggnad	12	6	3	6
Utrymningsväg från stationsbyggnad ²	18	9	6	12
Byggnad där människor vanligen inte vistas ³ eller byggnad med låg brandbelastning	9	3	3	3
Förråd med lösa behållare med brandfarlig vara	12	3	3	6
Cistern ovan mark för brandfarlig vätska	3	3	-	-
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6

1. Bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats

2. Gäller för minst en utrymningsväg. Nödutgång bör inte mynna mot pumpområdet.

3. Fristående garage, förråd etc.

1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Detaljplan för Motorn 3, Planbeskrivning – samrådshandling, Karlskrona kommun [4]
- Trafikutredning Motorn 3, WSP [5]
- Förslagsskiss Motorn 3, Arkitektprojektering [6]

1.6 INTERNKONTROLL

Rapporten är upprättad av Fredrik Larsson (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 Katarina Herrström (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering).

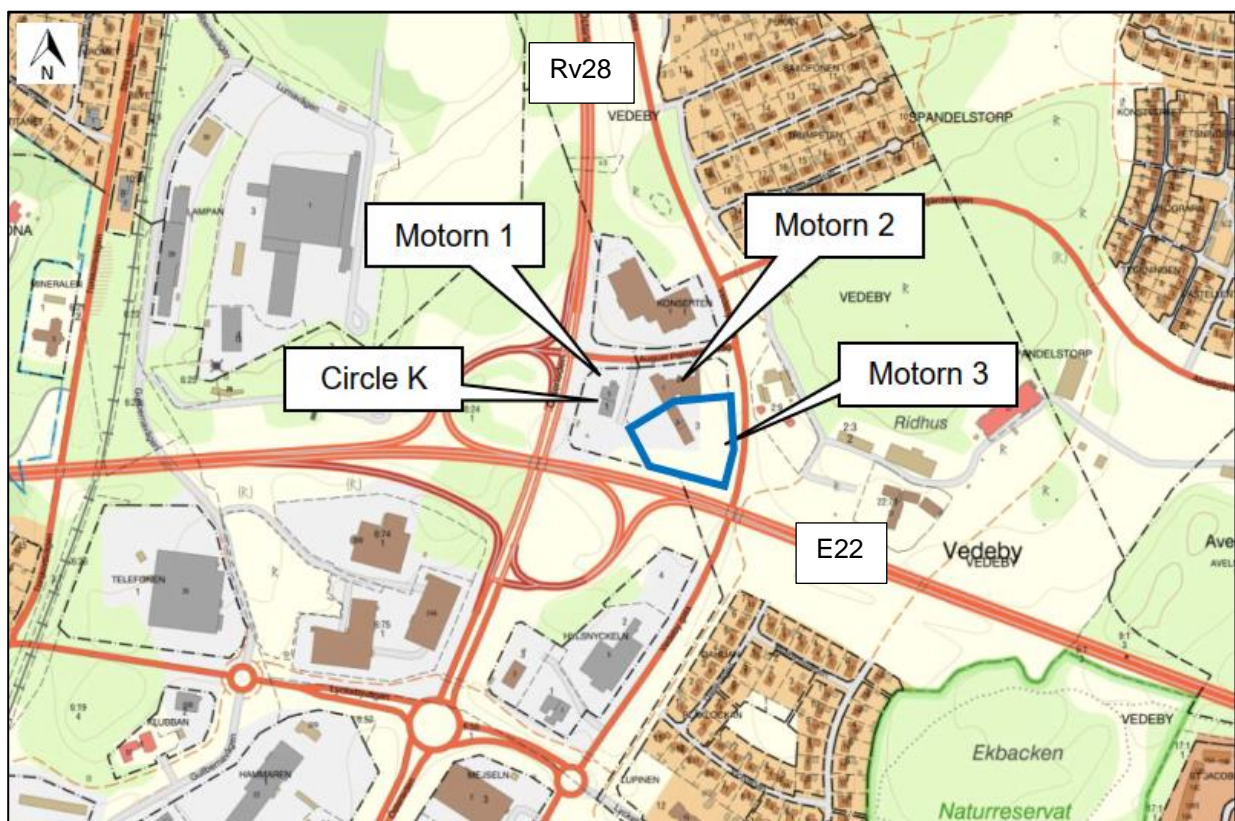
2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet med omgivning med syfte att beskriva de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

2.1 PLANOMRÅDET OCH DESS OMGIVNING

Planområdet utgörs av fastigheten Motorn 3. I nuläget bedrivs hotellverksamhet inom fastigheten. Denna planeras att avvecklas och den befintliga byggnaden rivs för att ge plats åt tre snabbmatsrestauranger.

Planområdet är ca 9000 m² och beläget i Vedeby, vid Angöringen, ca 6 km norr om Karlskrona centrum. Området ligger norr om E22, vid trafikplats Karlskrona Öst. Området gränsar i norr till ett kontorshotell inom Motorn 2, i öster till Vedeby gata, i väster till Circle K inom Motorn 1, samt i söder till E22. Väster om Circle K löper väg 28. Planområdet omfattar ca 9000 kvm.



Figur 3. Planområdets ungefärliga utbredning markerat med blå linje. [5]

2.2 PLANERADE EXPLOATERING

Befintlig hotellbyggnad i två våningar på fastigheten Motorn 3 avses att rivas. Planområdet föreslås planläggas för handel (H), kontor (K) och hotell (O). Byggnader får uppföras till en högsta nockhöjd på 15 meter. I ett exploateringsförslag enligt Figur 4 redovisas planerat läge för tre snabbmatsrestauranger. I den byggnad som benämns Mat 2 kan hotell i ovanliggande våningar komma att bli aktuellt.



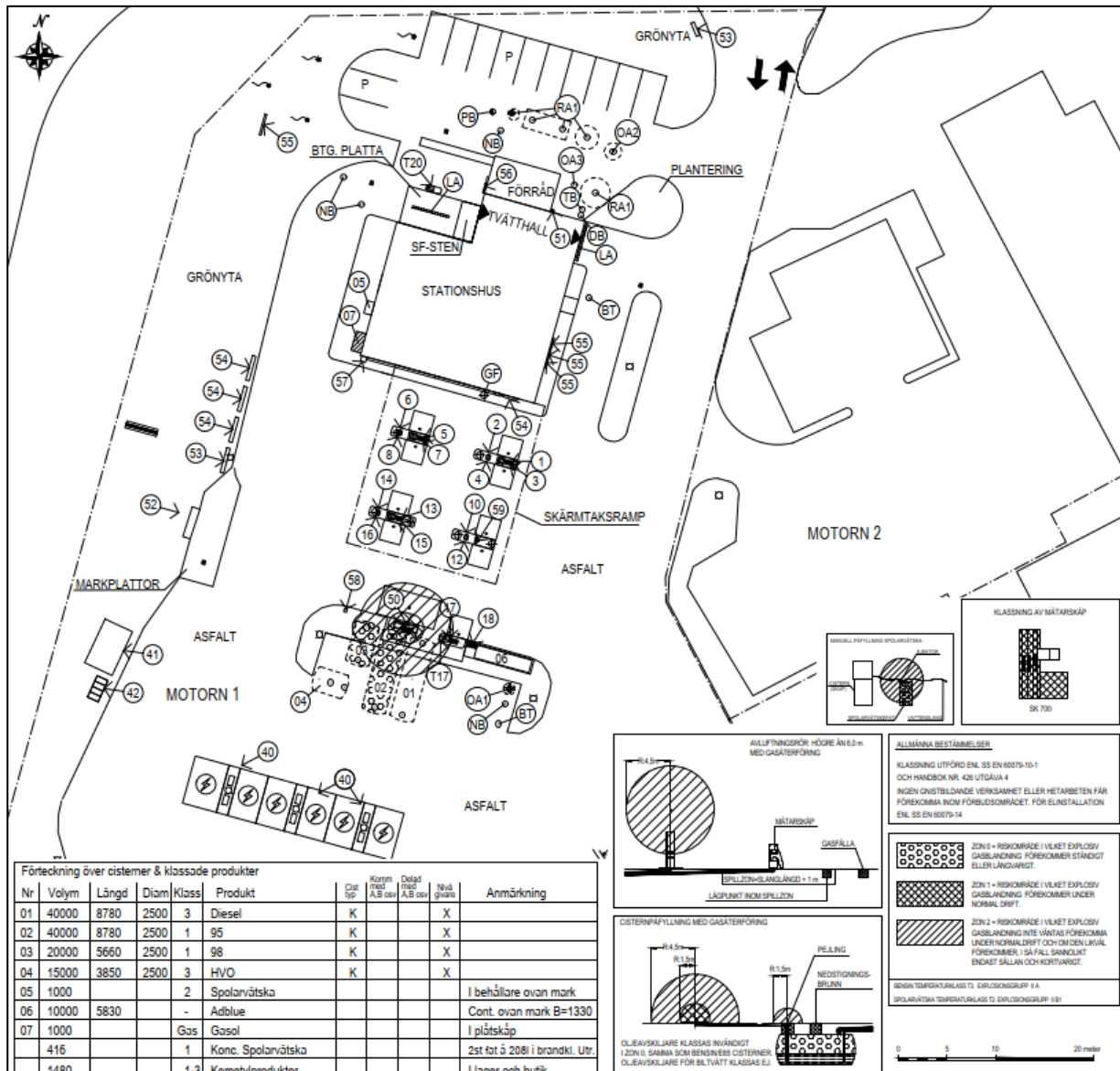
Figur 4. Planerad disponering av planområdet. [5]

Enligt förslaget i Figur 4 uppgår avstånd från E22 till närmsta byggnad inom planområdet (Mat 3) till ca 38 meter. Motsvarande avstånd från väg 28 till Mat 1 uppgår till ca 110 meter. Avstånd mellan centralpåfyllningsplats till markförlagda cisterner inom Circle K och Mat 1 uppgår till ca 60 meter.

2.3 DRIVMEDELSSTATION CIRCLE K

Inom fastigheten Motorn 1 finns en befintlig drivmedelsstation (Circle K). Stationen har in- och utfart från norr. Mätarskåp för bensin 95 och 98 oktan, diesel och E85 samt spolarvätska är placerade under skärmtak söder om stationshuset. Centralpåfyllningsplats med gasåterföring och väderskydd är placerad ytterligare något söderut (nr 50), se vidare situationsplan i Figur 5. Vid såväl mätarskåp som påfyllningsplats finns täta spillplattor anslutna till oljeavskiljare.

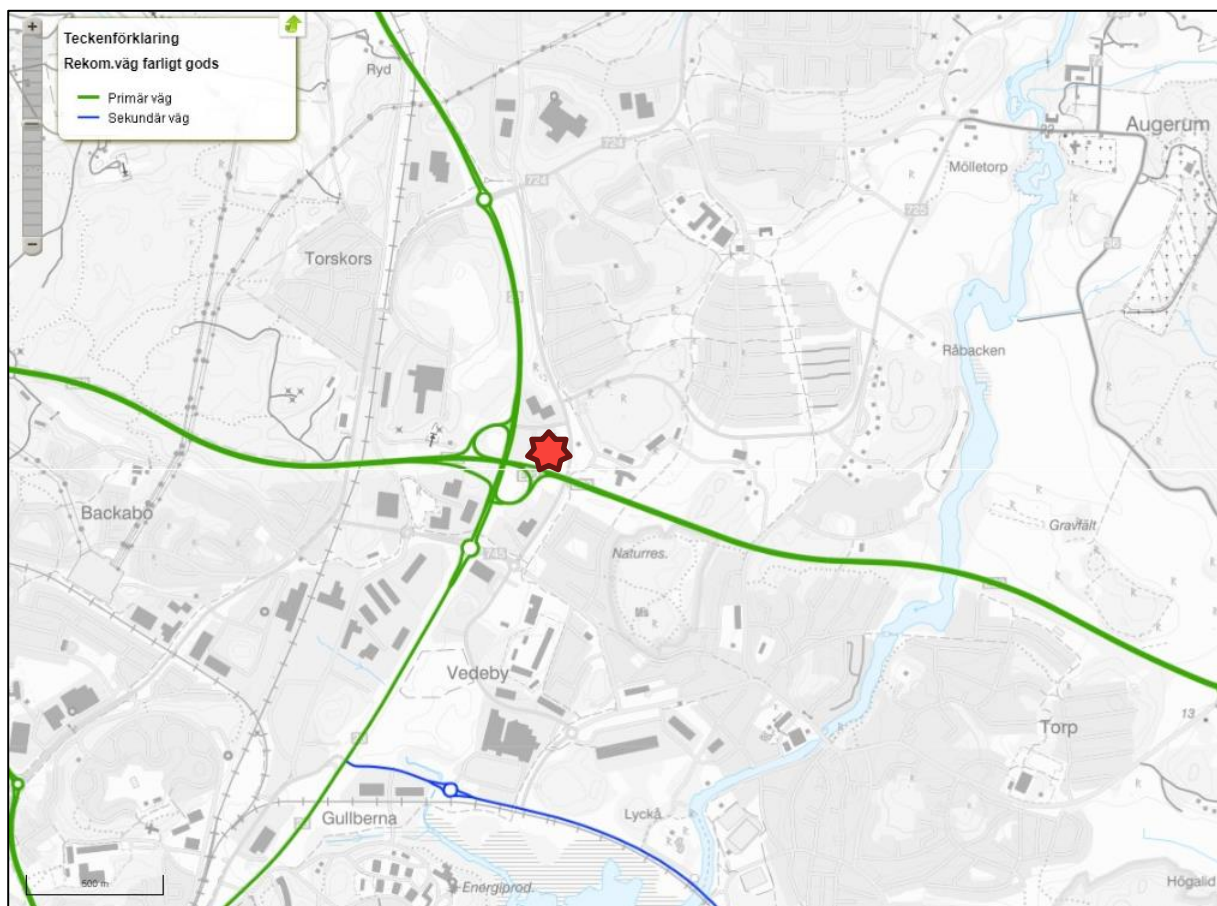
Avstånd från centralpåfyllningsplats till fasthetsgräns för Motorn 3 uppgår till ca 35 meter. Avstånd till närmsta planerade snabbmatsrestaurang inom Motorn 3 uppgår till ca 60 meter.



Figur 5. Klassningsplan för Circle K inom fastigheten Motorn 1.

2.4 E22 OCH VÄG 28

Både E22 och väg 28 är utpekade som primära transportleder för farligt gods i den nationella vägdatatabasen (NVDB), se Figur 6. Planområdets läge markeras med röd stjärna.



Figur 6. Utdrag ur den nationella vägdatatabasen (NVDB) [7].

E22 har i höjd med planområdet 2+1 filer och en skyltad hastighet om 100 km/h. Enligt uppgifter från kommunen förväntas ÅDT år 2044 uppgå till 19491 fordon per dygn, varav 8% utgörs av tunga fordon.

Väg 28 har i höjd med planområdet 2+3 filer (varav tre filer utgör på- och avfartsfiler) och en skyltad hastighet om 60 km/h. 2018 hade vägvägnittet en ÅDT om 12170 fordon per dygn, varav 10% utgjordes av tung trafik. Med beräkning enligt Trafikverkets uppräkningsstal ges förväntad ÅDT 2044 om 15553 fordon per dygn, varav 12% tung trafik.

Samtliga farligt gods-klasser bedöms kunna transporteras på vägarna och antagandet görs att fördelningen mellan dessa klasser följer det nationella genomsnittet.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas riskidentifieringen.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Identifieringen av potentiella riskkällor grundar sig i litteratur- och kartstudier. De riskkällor som bedöms påverka risksituationen i planområdet är farligt gods-transporter på E22 och väg 28 samt hantering av brandfarlig vara inom drivmedelsstationen.

Inga farliga verksamheter, Sevesoanläggningar etc. har identifierats i planområdets omgivning.

3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ E22 OCH VÄG 28

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se avsnitt B.2, 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.

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 2.

Tabell 2. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

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

3.3 RISKER MED BRANDFARLIG VÄTSKA VID DRIVMEDELSSTATION

Två olika typer av läckage bedöms vara aktuella vid drivmedelsstationen: olycka vid tankning och olycka vid påfyllnad av cistern för brandfarlig vätska.

De utsläpp som kan antas inträffa i samband med tankning är exempelvis då någon glömmer att hänga tillbaka pistolhandtaget på mätarskåpet efter avslutad tankning, låser pistolhandtaget men inte ansluter handtaget till bilens drivmedelstank etc. Dagens mätarskåp är i regel utrustade med flödesbegränsare som stryker pumpen efter 100 liter. Med ett pöldjup på ca 1 cm skulle den resulterande pölen bli ca 10 m².

Större olyckor vid drivmedelsstationer sker generellt i samband med lossning av drivmedel från tankfordon till cistern. Olyckor kan uppkomma exempelvis om slangen mellan bilen och cisternen brister eller lossnar, handhavandefel av operatör, påkörning under lossning, felfungerande pump/nödstopp etc. Vid ett läckage kan det uppkomma en bränslepöl som i sin tur kan antändas och därmed hota såväl byggnader som tankbilen och omgivningen. Dagens tankbilar gör det dock möjligt för chauffören att snabbt kunna stoppa lossningen. Det dimensionerande skadefallet för läckage på drivmedelsstation anges till en bränslepöl på 300 m² [10]. En bränslepöl på 300 m² motsvarar ett

läckage på cirka 10 m³. Detta värde bedöms vara något högt eftersom tankbilar idag är sektionerade. Ett mer troligt fall är istället att ett helt fack i tankbilen rinner ut, vilket motsvarar cirka 5 m³ bränsle.

Vid antändning av nämnda bränslepölar bildas så kallade pölbränder med varierande storlek baserat på pölens diameter.

Vid trafikolyckor som involverar tankfordon/drivmedelsleveranser till drivmedelsstationen kan också läckage och pölbränder uppstå med motsvarande storlekar som nämnts ovan.

Baserat på ovanstående scenariobeskrivningar, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 2. Scenarierna bedöms vara konservativa då såväl mätarskåp som påfyllningsplats är försedda med spillplattor anslutna till oljeavskiljare, vilket innebär att eventuella utsläpps leds bort och att pölutbredning minskar.

Tabell 3. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Brandfarlig vätska
Liten pölbrand (volym: 100 liter)
Medelstor pölbrand (volym: 5 m ³)
Stor pölbrand (volym: 10 m ³)

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transport samt hantering av brandfarliga vätskor på drivmedelsstationen.

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 de förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk som Det Norske Veritas (DNV) tagit fram tillsammans med Statens räddningsverk [11]. Risker kan kategoriskt delas upp i oacceptabla, acceptabla med restriktioner och acceptabla risker.

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

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

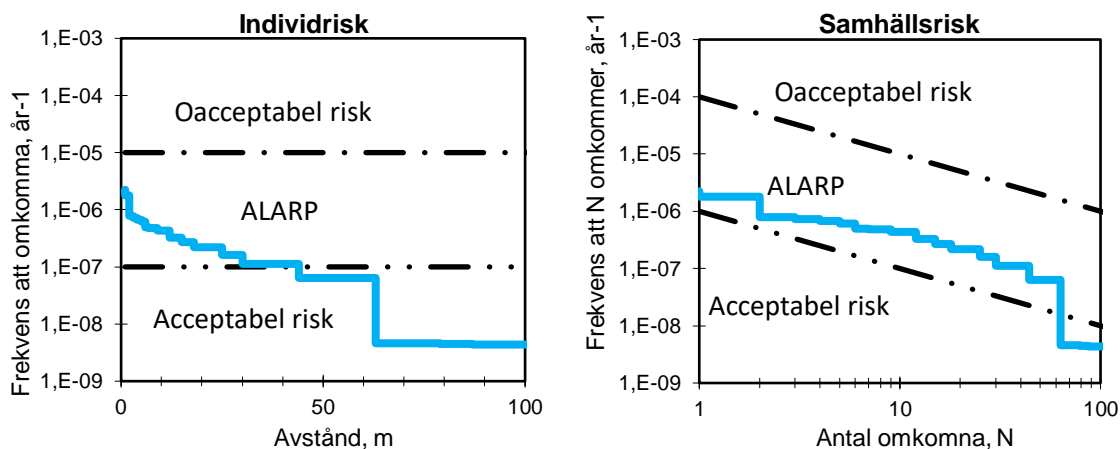
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 4 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 7.

Tabell 4. 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}	$> 10^{-4}$

* För N=1 med lutning på F/N-kurva: -1



Figur 7. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [11].

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk. Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 7) 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 7) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

I RIKTSAM [2] anges ytterligare kriterier för riskvärdering vad gäller risker förknippade med transporter av farligt gods. I vägledning 3 anges att risksituationen bör kunna bedömas tolerabel vid planering av bland annat industri (J), bilservice (G) etc. vid ett kortare skyddsavstånd än 30 meter från transportleden om följande kombinationer av kriterier uppfylls:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-5} per år.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att riskerna med hårda konstruktioner eller motsvarande, som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon, kan undvikas.

Vid planering av bland annat handel (annan än sällanköpshandel) (H), kontor i ett plan, dock ej hotell (K), centrum (C) etc. vid ett kortare skyddsavstånd än 70 meter från transportleden gäller följande kombinationer av kriterier:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-6} per år.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att det "nettotillskott" av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

Vid planering av bland annat kontor innefattande användning hotell (K), vilket betraktas som känsligare verksamhet, vid ett kortare skyddsavstånd än 150 meter från transportleden, bör risksituationen kunna bedömas tolerabel om följande kombinationer av kriterier uppfylls:

- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att individrisken understiger 10^{-7} per år.
- Den probabilistiska riskanalysen kan påvisa att samhällsrisk understiger 10^{-5} per år där $N=1$ och 10^{-7} per år där $N=100$.
- Den deterministiska analysen kan påvisa att det "nettotillskott" av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

I aktuell riskbedömning görs riskvärdering avseende risker förknippade med farligt gods-transporter primärt utifrån RIKTSAM:s värderingskriterier eftersom Länsstyrelsen i Blekinge län hänvisat till dessa riktlinjer.

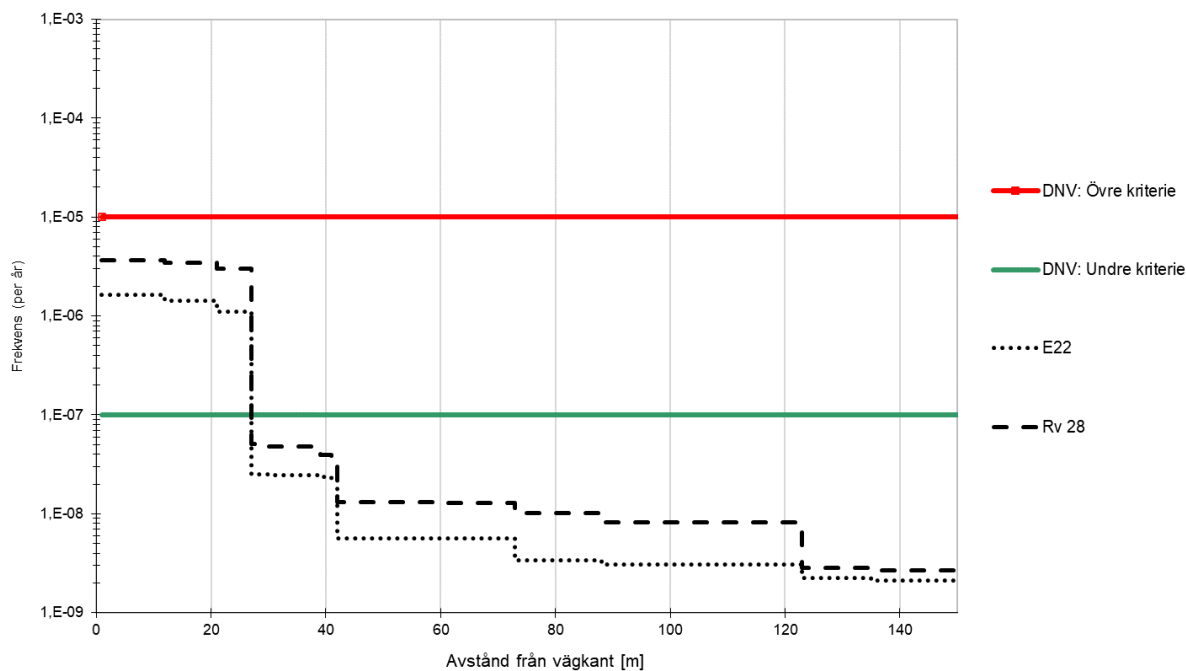
4.1 RISKNIVÅ AVSEENDE FARLIGT GODS-TRANSPORTER PÅ E22 OCH VÄG 28

Det är nödvändigt att använda sig av både 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 påverkas samtidigt.

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuellt vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [12] 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.

4.1.1 Individrisknivå



Figur 8. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på E22 och väg 28.

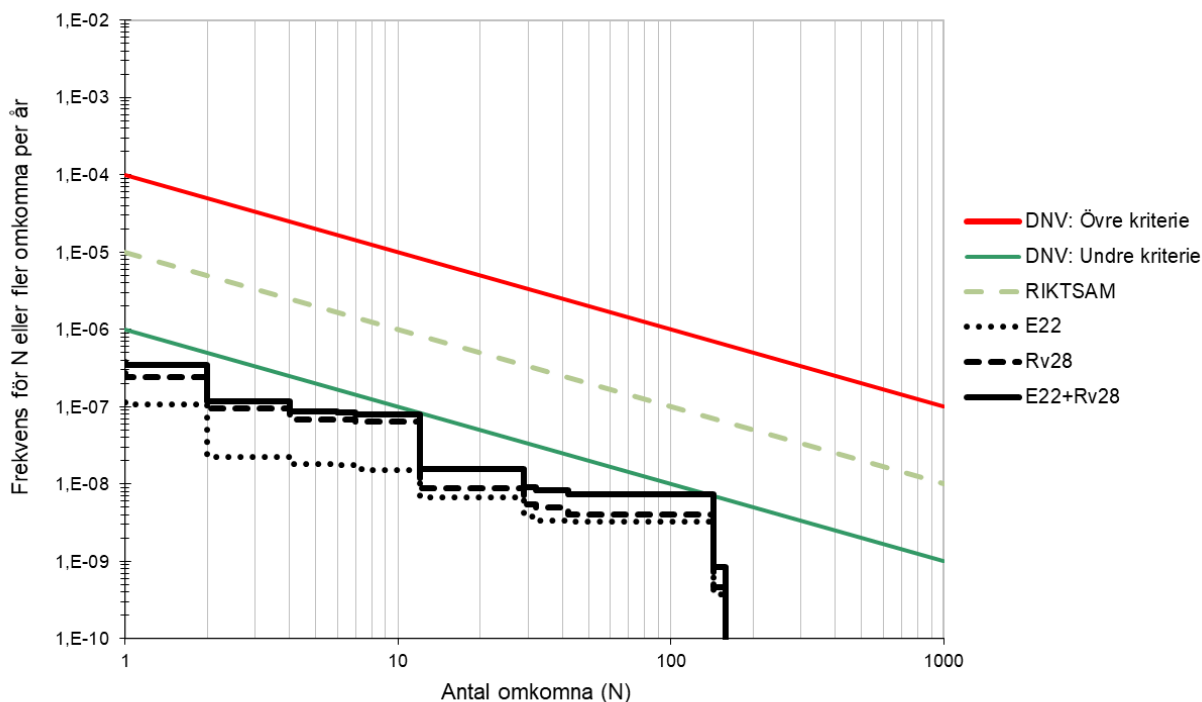
Individrisknivån är högre än 10^{-7} inom 27 meter från väggkant gällande både E22 och väg 28. Bortom 25 meter från respektive väg är individrisknivån mindre än 10^{-7} .

Avståndet mellan E22 och planerad etablering inom detaljplaneområdet uppgår till ca 38 meter enligt gällande exploateringsförslag redovisat i Figur 4. Motsvarande avstånd från väg 28 uppgår till ca 110 meter. På dessa avstånd är individrisknivån, orsakad av farligt gods-transporter på väg, acceptabel enligt såväl DNV:s som RIKTSAM:s kriterier och gäller för såväl markanvändning handel (H), kontor (K) som för hotell (O).

En överslagsberäkning har även utförts för överlagrad individrisk, det vill säga individrisk från både E22 och väg 28 samtidigt. Även denna beräkning indikerar acceptabel sammanvägd individrisk vid läget för planerad bebyggelse inom planområdet.

Gällande nettotillskottet av oönskade händelser enligt ett deterministiskt synsätt, bedöms detta vara underordnat då risknivån acceptabel vid såväl 38 meter som vid 150 meter.

4.1.2 Samhällsrisiknivå



Figur 9. Samhällsrisiknivå för 1 km² med planområdet beläget i centrum.

Den beräknade samhällsrisiken för 1 km², med planområdet i centrum, åskådliggörs i Figur 9. Som grund för beräkningen har konservativt antagits att persontätheten i omgivningen är 2500 personer/km² dagtid och 500 personer/km² nattetid. Området består utöver infrastrukturen generellt av skog och ridklubb med betesmarker, samt gles bebyggelse innehållande hallar för sällanköpshandel. Området saknar till stor del bostäder, vilket ger lägre persontäthet nattetid. Persontätheten i Karlskrona tätort uppgår till ca 1700 personer/km². Genomsnittlig befolkningsfri yta har ansatts inom ca 50 meter på vardera sida av vägen längs den 1 km långa studerade sträckan gällande såväl E22 som väg 28. Generellt är det bebyggelseria avståndet betydligt längre än så. Samtliga personer i omgivningen har antagits vistas utomhus. Även med dessa mycket konservativa antaganden är den beräknade samhällsrisiknivån att betrakta som acceptabel i enlighet med såväl DNV:s som RIKTSAM:s kriterier redovisade i Figur 9.

4.2 RISKIVÅ AVSEENDE HANTERING AV BRANDFARLIG VÄTSKA VID DRIVMEDELSSTATION

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 värmestrålningens nivå 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 [13] [14].

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska redovisas i avsnitt 3.3. Normalt kommer ett utsläpp att begränsas av spillzonerna. Risk finns dock att mängden utspilld

brandfarlig vätska är större än vad spillzonen är designad för och att pölstorleken därmed blir mer omfattande än spillzonsytan. Detta gäller främst för det medelstora och stora utsläppet. För att inte underskatta risken med de större utsläppen har storlekarna för vätskepölar antagits kunna bli större än spillzonerna inom anläggningen. Antagandet bedöms vara konservativt. Vidare antas all brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) utgöras av bensin, vilket också bedöms vara konservativt.

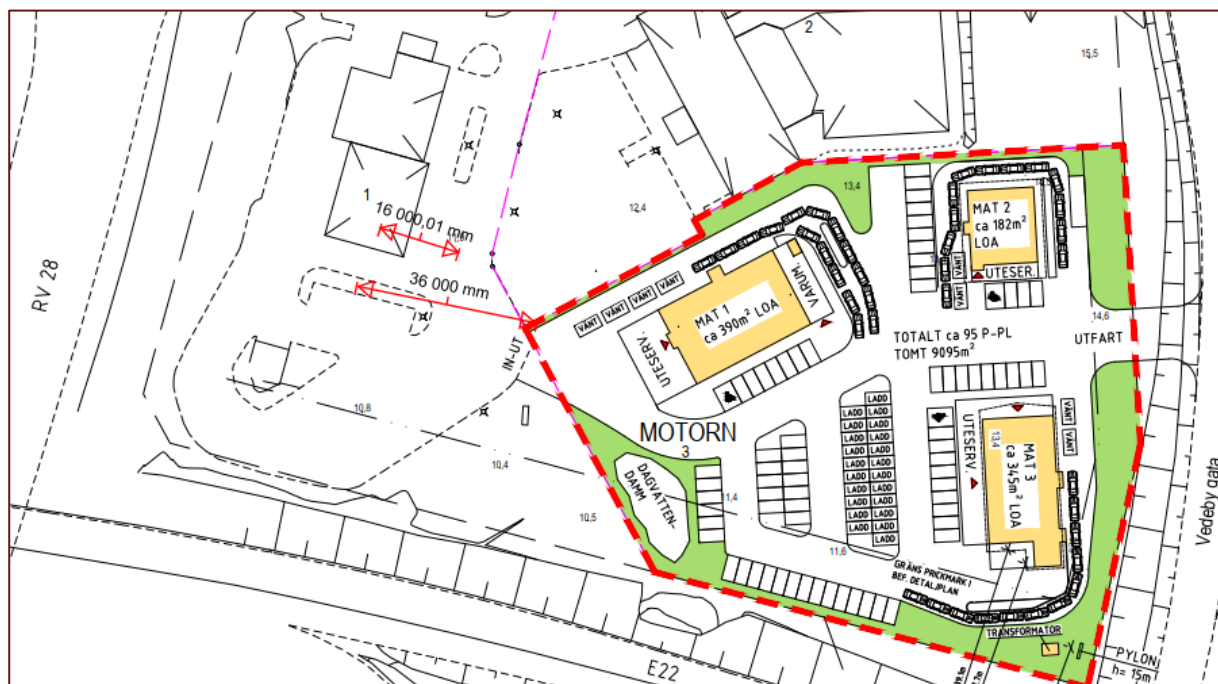
Strålningsberäkningar för pölbränder har genomförts med hjälp av handberäkningar [13]. I Tabell 5 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar. Beräkningsbilagor kan erhållas på begäran.

Tabell 5. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m^2 från pölkant	Infallande strålning > 15 kW/m^2 från pölcentrum
Litet utsläpp	50 m^2	12 m	16 m
Mellanstort utsläpp	200 m^2	22 m	29 m
Stort utsläpp	300 m^2	27 m	36 m

Det antas att mellanstora och stora utsläpp med påföljande pölbrand enbart kan ske vid påfyllningsplatsen. Med anledning av att påfyllningsplatsen är försedd med spillplatta med fall mot centralt placerad spygatt och anslutning till oljeavskiljare antas att pölutbredning sker cirkulärt kring påfyllningsplatsen. I övrigt faller markens lutning i riktning från norr till söder, således inte mot planområdet. Med dessa förutsättningar får det stora utsläppet med 300 m^2 area betraktas som högst osannolikt. Skulle stor pölbrand trots allt uppkomma vid påfyllningsplatsen (på grund av t.ex. igensatt spygatt) ges strålning överstigande 15 kW/m^2 inom 36 meter från påfyllningsplatsen. För litet utsläpp med efterföljande pölbrand kring mätarskåpen ges strålning överstigande 15 kW/m^2 inom 16 meter från pölens centrum. Inom dessa avstånd planeras ingen byggnation ske inom Stampens trädgård 2, se vidare Figur 10.

Planerad placering av utökad och tillkommande bebyggelse inom planområdet uppfyller därtill rekommenderade avstånd enligt MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på drivmedelsstationer* [2], se vidare avsnitt 1.4.3. Därmed bedöms sammantaget riskpåverkan från drivmedelsstationen vara acceptabel.



Figur 10. Maximalt uppskattade konsekvensavstånd avseende strålning från pölbränder med olika placeringar.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. De beräknade individrisknivåerna indikerar att det framförallt är riskpåverkan från E22 som behöver beaktas för planområdet. Delar av planområdet är beläget inom det så kallade ALARP-området som sträcker sig 27 meter från E22:s väggkant. Ny bebyggelse inom planområdet planeras dock uppföras på ett avstånd om, som närmst, 38 meter från E22:s väggkant, där individrisknivåerna är acceptabla. Även samhällsrisken är att betrakta som acceptabel.

Vidare gäller i enlighet med DNV:s kriterier och den så kallade rimlighetsprincipen [11], att möjligheter för ytterligare riskreduktion ska undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetskänslighet åtgärder i detaljplaner [15], 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.

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.

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetskänslighet åtgärder i detaljplaner [15].

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

5.1.1 Skyddsavstånd

Baserat på individriskberäkningarna och anvisningar i RIKTSAM rekommenderas följande skyddsavstånd till olika markanvändning i planområdet. Avstånd mäts från E22:s väggkant.

- Minsta bebyggelsefria skyddsavstånd från E22, enligt dagens befintliga vägläge, är 30 meter. Enligt gällande exploateringsförslag är bebyggelsefritt skyddsavstånd ansatt till 38 meter, vilket bedöms tillräckligt ur risksynpunkt och ger en säkerhetsmarginal för eventuell framtida vägbreddning med ett körfält norrut.
- Inom det bebyggelsefria skyddsavståndet (38 meter) ska marken inte utformas med uteplatser, lekplatser, uteservering etc. Lokalgata, cykel- och gångbana, ytparkering etc. medges dock inom den aktuella zonen.

5.1.2 Disposition av byggnad

Utrymningsmöjligheter ska finnas i riktning bort från E22 för att utrymmande ska kunna ta sig ut på ett säkert sätt, med byggnaden som skydd mellan riskkälla och säker plats. Utrymningsmöjligheter i riktning mot E22 får finnas i det fall det krävs avseende byggnadens brandtekniska förutsättningar, av den anledning att brand i byggnad inte bedöms uppkomma samtidigt som farligt gods-olycka på vägen.

5.1.3 Sammanfattning av rekommenderade åtgärder

Ur ett riskperspektiv bedöms följande åtgärder vara rimliga för detaljplanen:

- Minsta bebyggelsefria skyddsavstånd från E22 är 30 meter enligt dagens befintliga vägläge. Enligt gällande exploateringsförslag är bebyggelsefritt skyddsavstånd ansatt till 38 meter, vilket bedöms tillräckligt ur risksynpunkt och ger en säkerhetsmarginal för eventuell framtida vägbreddning med ett körfält norrut.
- Inom det bebyggelsefria skyddsavståndet (38 meter) ska marken inte utformas med uteplatser, lekplatser, uteservering etc. Lokalgata, cykel- och gångbana, ytparkering etc. medges dock inom den aktuella zonen.
- Utrymning av byggnader inom planområdet ska kunna ske norrut för att möjliggöra trygg utrymning i skydd av byggnad vid eventuell olycka på E22. Utrymningsvägar får även (men inte enbart) placeras i riktning mot E22 i den mån det behövs avseende byggnadens brandtekniska utformning.

6 DISKUSSION

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

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

Beräkningarna har utförts med en rad mycket konservativa antaganden då brist på relevant information saknats. Detta bör innebära resultat på den säkra sidan och att risknivåerna inte underskattats.

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. [16]

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. [16]

7 SLUTSATSER

Enligt det gällande exploateringsförslaget för planområdet är de beräknade individrisknivåerna acceptabla för planerad markanvändning. Även samhällsriskerna är att betrakta som acceptabla.

Vidare gäller i enlighet med DNV:s kriterier, och den så kallade rimlighetsprincipen, att möjligheter för ytterligare riskreduktion alltid ska övervägas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga, ska genomföras.

Ur ett riskperspektiv bedöms följande åtgärder vara rimliga för detaljplanen:

- Minsta bebyggelsefria skyddsavstånd från E22 är 30 meter enligt dagens befintliga vägläge. Enligt gällande exploateringsförslag är bebyggelsefritt skyddsavstånd ansatt till 38 meter, vilket bedöms tillräckligt ur risksynpunkt och ger en säkerhetsmarginal för eventuell framtida vägbreddning med ett körfält norrut.
- Inom det bebyggelsefria skyddsavståndet (38 meter) ska marken inte utformas med uteplatser, lekplatser, uteservering etc. Lokalgata, cykel- och gångbana, ytparkering etc. medges dock inom den aktuella zonen.
- Utrymning av byggnader inom planområdet ska kunna ske norrut för att möjliggöra trygg utrymning i skydd av byggnad vid eventuell olycka på E22. Utrymningsvägar får även (men inte enbart) placeras i riktning mot E22 i den mån det behövs avseende byggnadens brandtekniska utformning.

Planerad placering av bebyggelse inom planområdet uppfyller de krav på skyddsavstånd till drivmedelsstation, vilka listas i MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. De olyckor som bedöms kunna uppkomma inom drivmedelsstationen har konsekvensavstånd som understiger aktuella skyddsavstånd varvid denna riskpåverkan betraktas som acceptabel ur ett olycksriskperspektiv.

Det bör noteras att riskbedömningen för drivmedelsstationen utförts övergripande och utifrån ett detaljplaneperspektiv. Den ersätter inte de riskbedömningar som ska upprättas av verksamhetsutövaren i samband med tillståndshantering för verksamheten.

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

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.

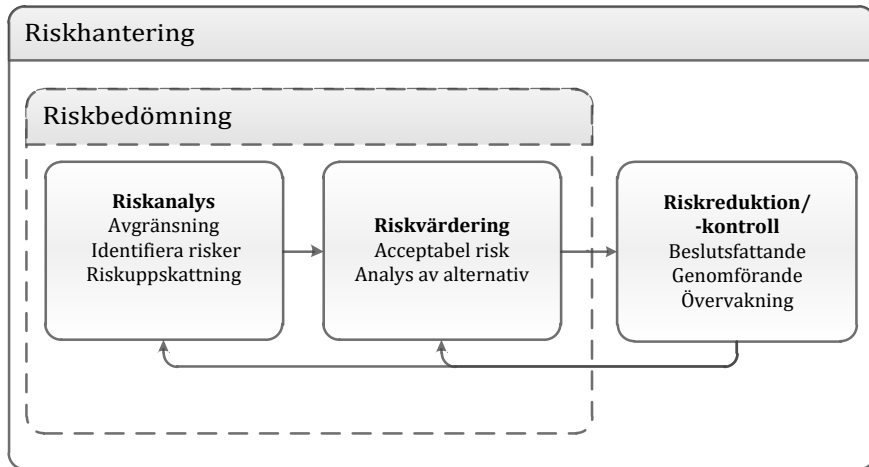
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [17] [18], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 11.

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 11. 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 [19] presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport [20] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

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

Antalet trafikolyckor med transport av farligt gods som leder till konsekvens mot omgivningen beräknas enligt nedanstående metodik med indata enligt Tabell 6. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2044, se vidare avsnitt 2.4.

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

Tabell 6. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

Indataparameter	E22	Väg 28
ÅDT _{total}	19 491	15 553
Andel tung trafik	8%	12%
Andel FG av tung trafik	2,5%	2,5%
ÅDT _{FG}	39	49
Hastighetsgräns	100	60
Olyckskvot (OK)	0,28	1,15
Andel Singelolyckor (SiO)	0,5	0,34
Index	0,34	0,065
Frekvens FG-olycka	5,97E-03	3,75E-02

B.2. FÖRDELNING MELLAN DE OLIKA ADR-S-KLASSERNA

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar [21] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg

delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Tabell 7 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 7. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [21].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [22].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnexplosion 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 [20]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

År 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 **Fel! Ogiltig självreferens i bokmärke.** redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFKA mellan åren 2009-2015 för hela landet [24]. Siffrorna anses representativa för utredd sträcka.

Tabell 8. Fördelning mellan förekommande ADR-S-klasser på E22 och väg 28.

	E22	Väg 28
ADR-S klass 1	0,32%	0,32%
ADR-S klass 2.1	6,73%	6,73%
ADR-S klass 2.3	0,04%	0,04%
ADR-S klass 3	47,32%	47,32%
ADR-S klass 5	2,62%	2,62%
ADR-S övriga	42,96%	42,96%

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

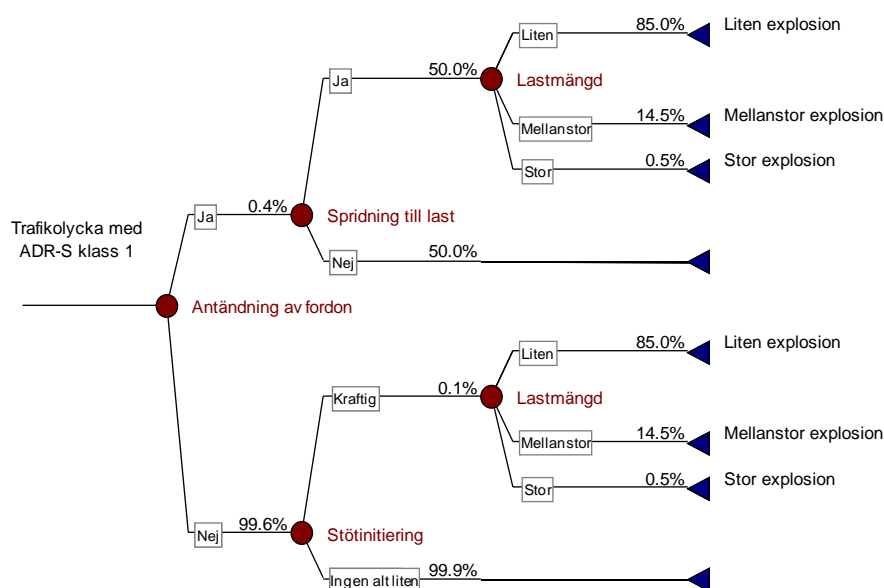
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [22]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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) [26] 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 *Händelseträäd med sannolikheter*

Figur 12 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 12. Händelse-träd 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 [27]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [28] [29].

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 [30], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor. Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan [27], 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 [32]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [33] 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 [34] [35].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [36] 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 [37]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [38] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt

Tabell 9, för lastmängder av explosiva ämnen.

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

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

C.2. ADR-S KLASS 2 – GASER

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

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) [22]. 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 [39]. 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 [27].

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 [40]. 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 [37].

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 [37] 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 % [37].

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 gasmolnexplosion 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 % [41], 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

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.

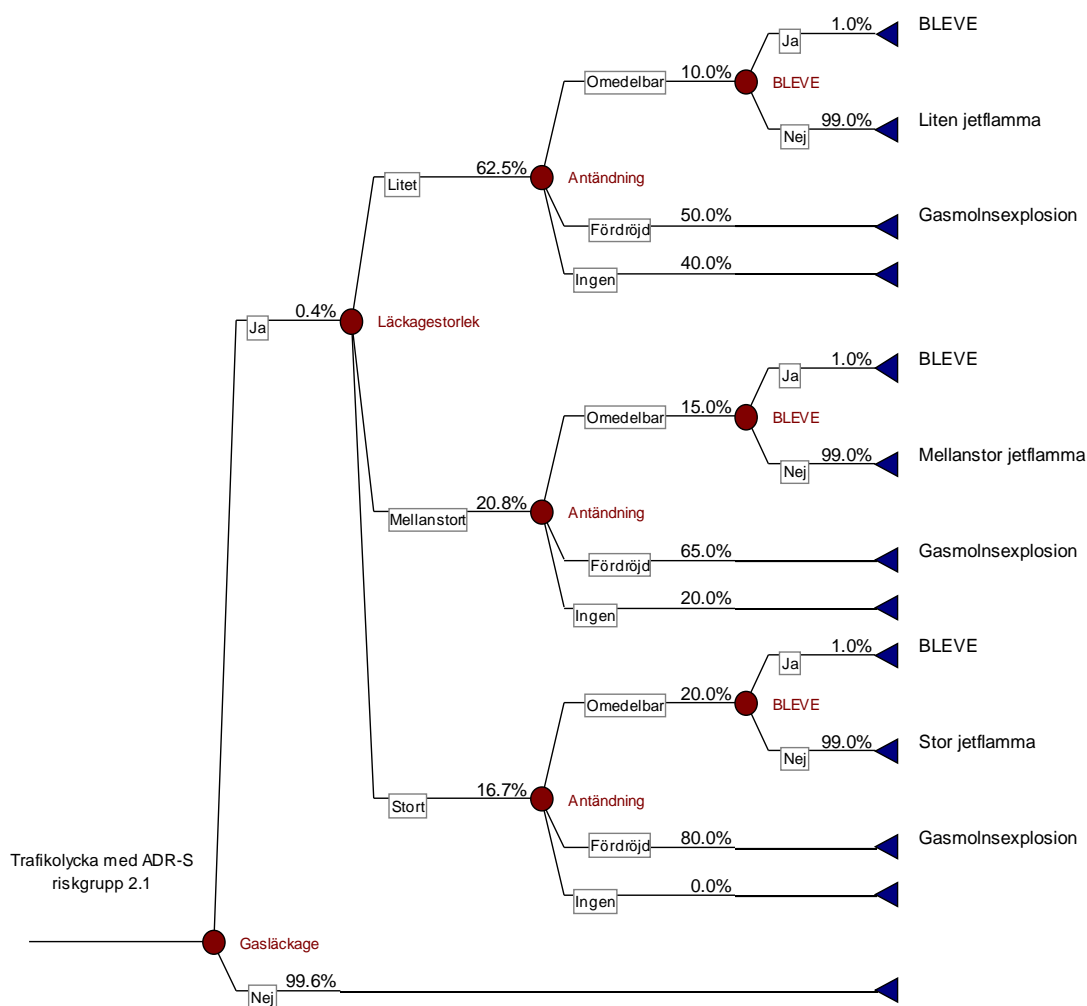
värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

C.2.1.4. BLEVE

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

C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 13 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 13. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

C.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

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

C.2.3.1. REPRESENTATIVT ÄMNE

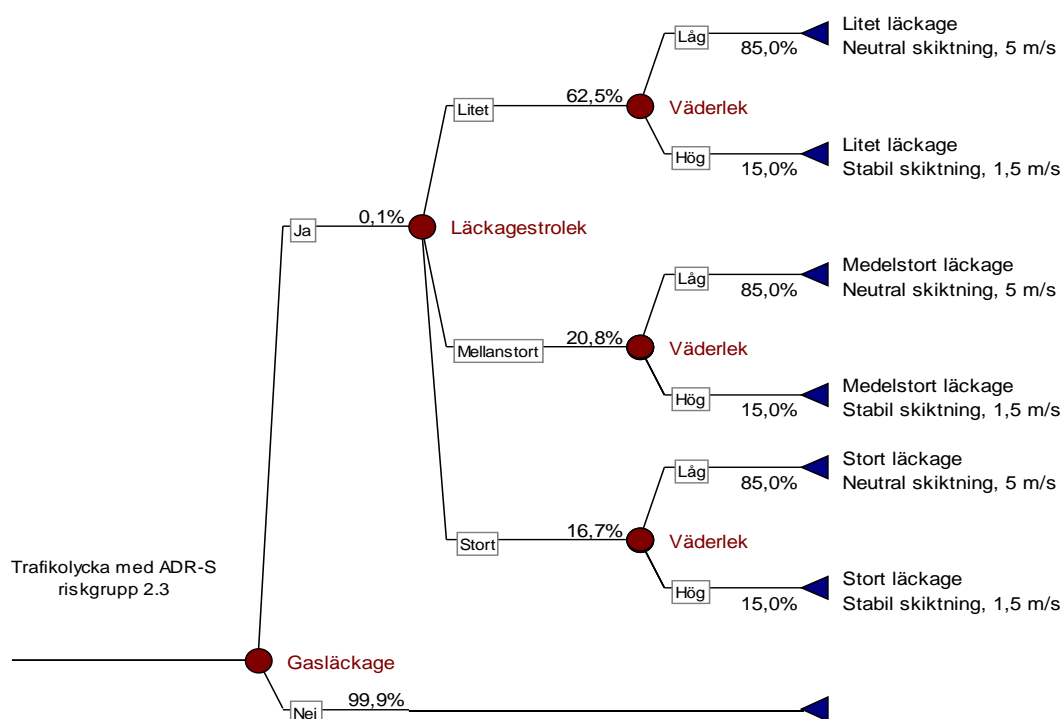
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

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



Figur 14. 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 [37]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [40]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [37].

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 % [37].

C.2.4.3. VÄDERLEK

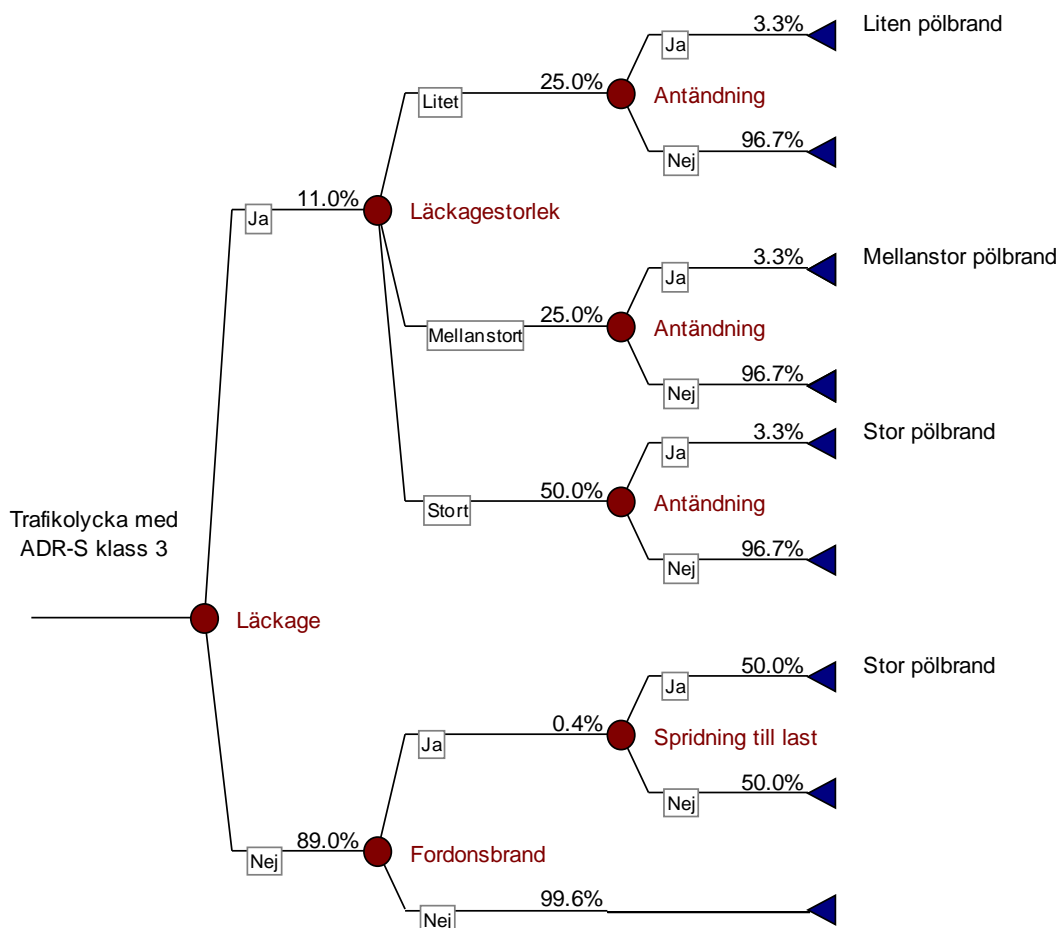
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två 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 bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

C.3.1 Händelseträäd med sannolikheter

I Figur 15 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 15. Händelseträdd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 6.

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 6.

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 [42] [43]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [37]. 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 [44]. 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 % [33].

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 ÄMNER 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 [22].

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 [45]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [46] och FOI [47] 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 [48].

C.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

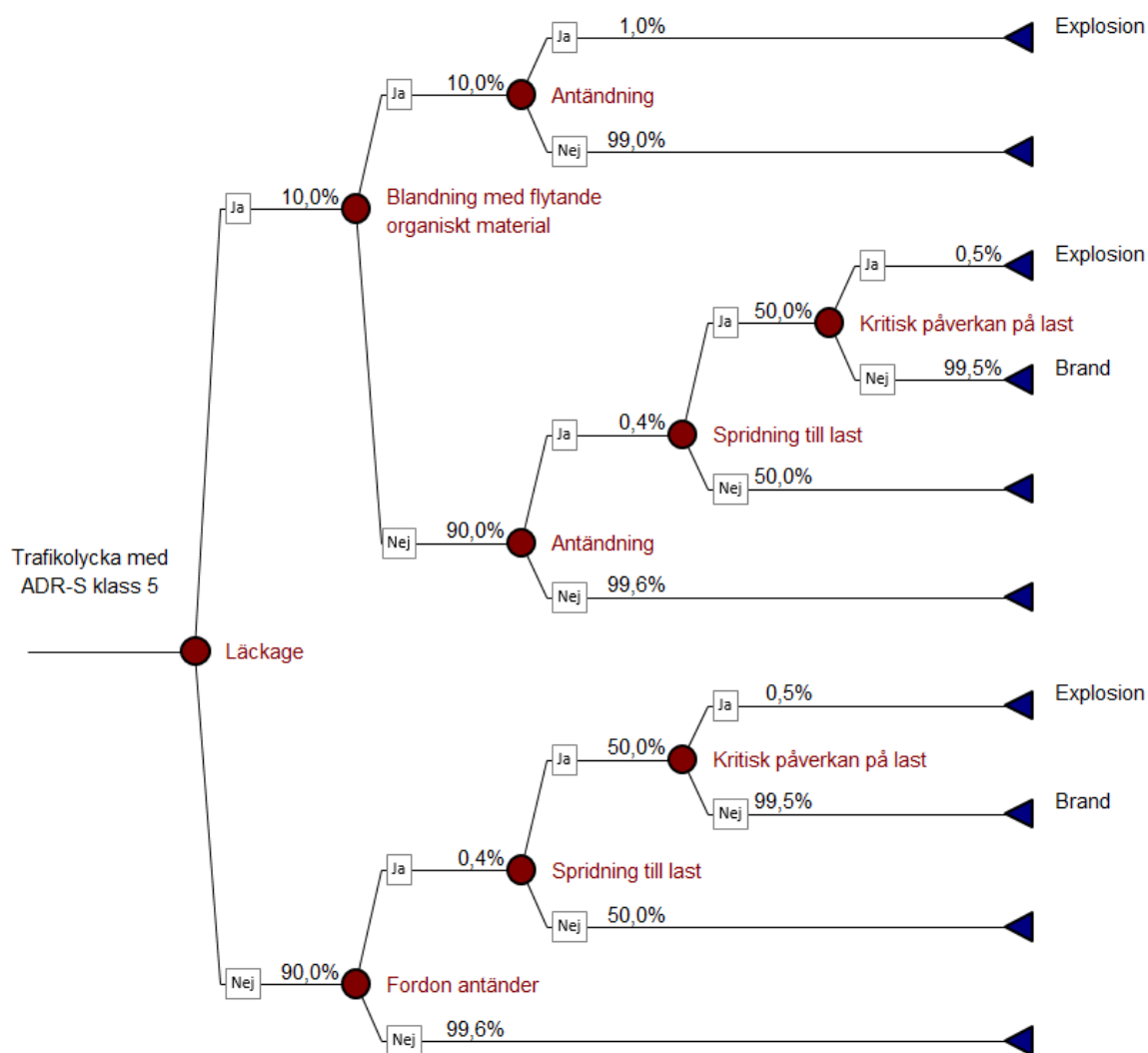
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [39]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

C.4.2.1. TRANSPORTERADE MÄNGDER OCH REPRESENTATIVT ÄMNE

Enligt rekommendationer från holländska myndigheter [49], 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 16 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 16. Händelseträdd 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 [50]. 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 de 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 [46]. 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 [45]. Vidare krävs möjlighet till tryckuppbyggnad för att termiskt sönderfall av ren ammoniumnitrat ska kunna övergå till explosivt sönderfall genom deflagration eller detonation [51]. Smälta av ammoniumnitrat tros kunna skapa dessa förutsättningar även om forskningen inom området är bristfällig [51]. Hypotesen är att vätskepelare av smälta kan skapa en egen inneslutning i vilken trycket kan bli så pass högt att reaktionsförloppet blir explosionsartat [51]. 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

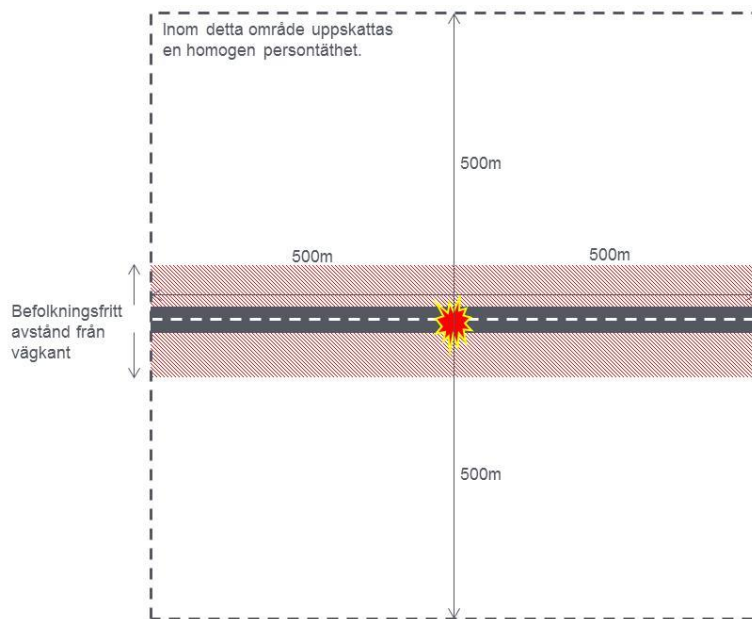
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i **Fel! Hittar inte referensälla.**).

BILAGA D. KONSEKVENSBERÄKNINGAR

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

D.1. PERSONTÄTHET

I samhällsrisikberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 17.



Figur 17. T.v. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan. En befolkningsfri yta ansätts utmed vägen.

I denna riskbedömning görs ett antal konservativa antaganden gällande persontätheten inom den studerade ytan:

- Befolkningsstätheten i Karlskrona tätort uppgick år 2019 till ca 1700 personer/km², baserat på uppgifter från SCB [49]. Befolkningsstätheten inom 1 km², med planområdet beläget i centrum av denna yta, bedöms generellt vara lägre än för Karlskrona tätort med tanke på att det generellt saknas bostäder i området. Dygnsvariationen bedöms vara stor med tanke på att handelsområden förekommer i omgivningen. I Räddningsverkets handbok Farligt gods – Riskbedömning vid transport anges generella persontätheter om 2500 personer/km² för stad [19]. I aktuell riskbedömning ansätts befolkningsstätheten 2500 personer/km² dagtid och 500 personer/km² nattetid för att ta höjd för dygnsvariationer.
- Ett befolkningsfritt område om i genomsnitt 50 meter ansätts på var sida E22 och väg 28. Detta avstånd är generellt större, varvid skattningen är konservativ. Personantalet inom det befolkningsfria området subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisikberäkningarna.
- Människor i omgivningen antas i beräkningarna konservativt befinna sig oskyddade utomhus. Det faktum att omslutande bebyggelse ger en relativt hög skyddsgrad för personer som vistas inomhus vid farligt gods-olycka på E22 och väg 28 har inte beaktats vidare. Detta ger en säkerhetsmarginal i beräkningar och resultat.

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

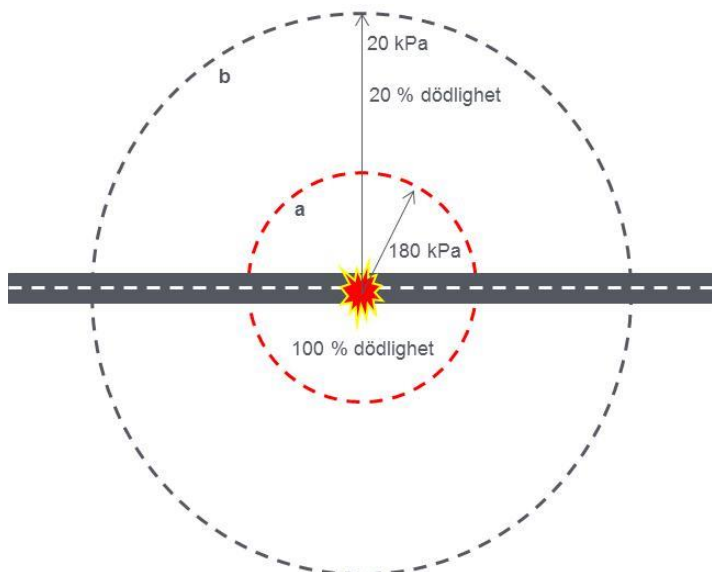
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [52].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splittersverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splittersverkan 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 [53]. 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.

Samtantaget 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 18.



Figur 18. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [54] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 10. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

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

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* [55] 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 11. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, \emptyset	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.

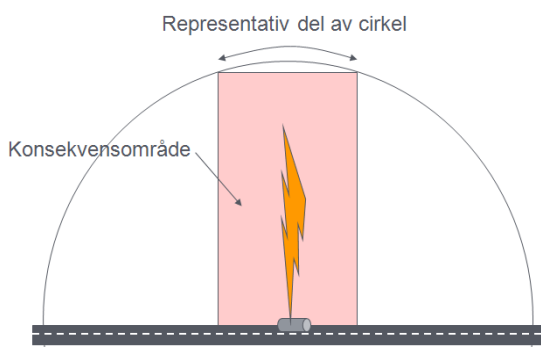
D.4.2 BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [53]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

D.4.3 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* [53], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [56] 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 19.



Figur 19. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.4.4 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* [55] 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 19.

D.4.5 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
- Gasmolnexplosion 42 meter

D.5. ADR-S RISKGRUPP 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen Spridning Luft och med ALOHA för totalt 6 scenarier enligt Bilaga C.2.3. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt **Fel! Hittar inte referensskälla.** och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 12. 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.6. 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 [27] [57].

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 [27]. I Tabell 13 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

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

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m ²	21 meter
Stort utsläpp	400 m ²	27 meter

D.7. 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.7.1 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 [48]. 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.7.2 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] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] MSB, "Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [3] Länsstyrelsen i Skåne Län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM)*, 2007.
- [4] Karlskrona kommun, "Detaljplan för Motorn 3, Planbeskrivning - samrådshandling," 2023-04-18.
- [5] WSP, "Trafikutredning Motorn 3," 2023-05-04.
- [6] Arkitektprojektering, Nybyggnad restuaranger, Förslagsskiss - Enkel ytskiss, 2024-04-24.
- [7] Trafikverket, "Nationell vägdatas, " 13 05 2024. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [8] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer," Räddnings och säkerhetsavdelningen.
- [9] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [10] Räddningsverket, "Farligt gods – riskbedömning vid transport," 1996.
- [11] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, *Översiktsplan - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [12] BBR, Boverket, 2006.
- [13] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [14] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [15] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [16] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [17] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Statens räddningsverk, 1996.
- [18] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [19] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [20] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [21] TRAFKA, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [22] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [23] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.

- [24] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [25] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [26] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [27] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [28] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [29] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [30] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [31] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [32] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [33] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [34] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [35] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [36] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [37] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [38] 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.
- [39] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [40] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [41] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08*, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [42] 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.
- [43] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [44] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [45] R. Forsén, FOI, 2009.
- [46] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [47] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.

- [48] V. Babrauskas och D. Leggett, "Thermal decomposition of ammonium nitrate," *Fire and Materials* 2019;1-19, 2019.
- [49] SCB, "Statistiska tätorter 2020, befolkning, landareal, befolkningstäthet per tätort," 2021.
- [50] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [51] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [52] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [53] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [54] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.



UPPDRAGSNAMN
RBDP Motorn 3

UPPDRAGSNUMMER
10369856

FÖRFATTARE
Fredrik Larsson

DATUM
2024-10-24

VI ÄR WSP

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

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

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

