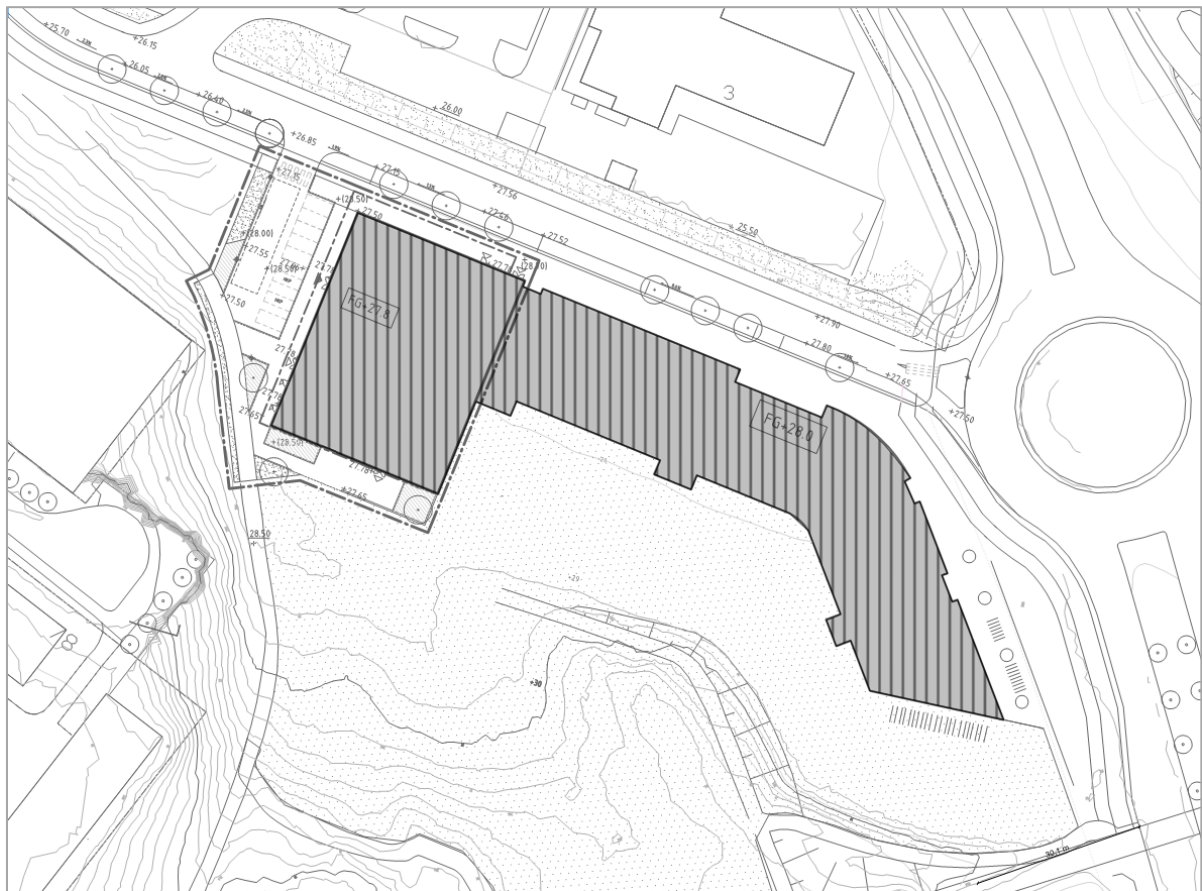


RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN DALHAGSHALLEN, AKALLA 4:1

TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ VÄG SAMT NÄRHET TILL DRIVMEDELSSTATION

2018-03-20



Riskbedömning för detaljplan

Transport av farligt gods på väg samt närhet till Drivmedelsstation

Dalhagshallen Akalla 4:1

Stockholm

KUND

Fastighetskontoret Stockholms stad

KONSULT

WSP Environmental Sverige

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Gustav Nilsson	WSP Sverige AB	070 – 391 97 27
Ali Eroglu	Fastighetskontoret Stockholms stad	076 – 122 69 86

UPPDRAGSNAMN
RDB Dalhagshallen, Akalla 4:1

UPPDRAGSNUMMER
10264597

FÖRFATTARE
Elin Bonnevier

DATUM
2018-03-20

ÄNDRINGSDATUM
2018-03-20

GRANSKAD AV
Fredrik Larsson

GODKÄND AV
Gustav Nilsson

Sammanfattning

WSP har av Fastighetskontoret Stockholms stad fått i uppdrag att göra en riskbedömning med avseende på planerad byggnation av idrottshall och skolbyggnad med hänsyn till drivmedelshantering (brandfarlig vätska) på drivmedelsstation på *Hamar 1* samt drivmedelstransport på Hanstavägen för leverans till drivmedelsstationer belägna på *Grenå 1* och *Grenå 2*. Norr om planområdet löper väg 275 vilken utgör primär transportled för farligt gods.

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.

Planområdet är beläget drygt 100 meter söder om väg 275 vilken utgör en primär transportled för farligt gods. Sydöst om planområdet löper Hanstavägen vilken utgör leveransväg för brandfarlig vätska och brandfarlig gas till drivmedelsstationer belägna på *Grenå 1* och *Grenå 2*. Strax nordväst om planområdet på *Hamar 1* ligger en drivmedelsstation som hanterar brandfarlig vätska, samt mindre mängder gasol.

Beräknade risknivåer visar på aningen förhöjd individrisk inom 27 meter från Hanstavägen, samt en viktad samhällsrisk för planområdet (grupprisk) som genomgående ligger inom ALARP.

Riskbilden härrör primärt från transport av brandfarlig vätska till drivmedelsstationer på *Grenå 1* och *Grenå 2*, varför föreslagna åtgärder uteslutande fokuseras till att minimera konsekvensen av sådan olycka.

Risker förenade med intilliggande drivmedelsstationer på *Hamar 1* bedöms inte ge upphov till en risknivå som påverkar planområdet.

WSP:s bedömning är att planläggning enligt förslag är möjligt att genomföra förutsatt att följande åtgärder för riskreduktion vidtas:

- Ytterväggar inom 27 meter från Hanstavägen utformas i lägst klass EI 30.
- Fönster inom 27 meter från Hanstavägen utformas i lägst klass EW 30.
Fönster ska endast vara öppningsbara med servicenyckel.
- Fasader inom 27 meter från Hanstavägen utförs med obrännbara material.
- Byggnadsdelar mot Hanstavägen ska vara möjliga att utrymma bort från Hanstavägen.
- Området mellan Hanstavägen och skolbyggnaden ska utformas så att det endast uppmuntrar till tillfällig vistelse.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE OCH MÅL	5
1.2	OMFATTNING	5
1.3	AVGRÄNSNINGAR	5
1.4	STYRANDE DOKUMENT	6
1.5	SAMRÅD	8
1.6	UNDERLAGSMATERIAL	8
1.7	INTERNKONTROLL	8
2	OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1	OMGIVNING	9
2.2	PLANOMRÅDET	10
2.3	INFRASTRUKTUR	10
2.4	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	11
3	RISKIDENTIFIERING	12
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	12
3.2	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	13
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	14
4.1	RISKNIVÅ	15
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	19
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	19
6	DISKUSSION	21
7	SLUTSATSER	22
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	23
BILAGA B.	STATISTISKT UNDERLAG	24
BILAGA C.	FREKVENSBERÄKNINGAR	27
BILAGA D.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	37
BILAGA E.	REFERENSER	43

1 INLEDNING

WSP har av Fastighetskontoret Stockholms stad fått i uppdrag att göra en riskbedömning med avseende på planerad byggnation av idrottshall och skolbyggnad med hänsyn till drivmedelshantering (brandfarlig vätska) på drivmedelsstation på *Hamar 1* samt drivmedelstransport på Hanstavägen för leverans till drivmedelsstation belägen på *Grenå 1* och *Grenå 2*. Strax norr om planområdet löper väg 275 vilken utgör primär transportled för farligt gods.

Kortaste avstånd mellan väg 275 och planområdet är omkring 100 meter. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Med anledning av länsstyrelsens krav beaktas väg 275 i denna riskbedömning. Riskbedömningen upprättas som ett underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led och transport av farligt gods till drivmedelsstationer utmed Hanstavägen.

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 Hanstavägen och väg 275 samt närhet till drivmedelsstation belägen på Hamar 1. De risker som beaktas är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

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

1.4 STYRANDE DOKUMENT

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

1.4.1 Plan- och bygglagen

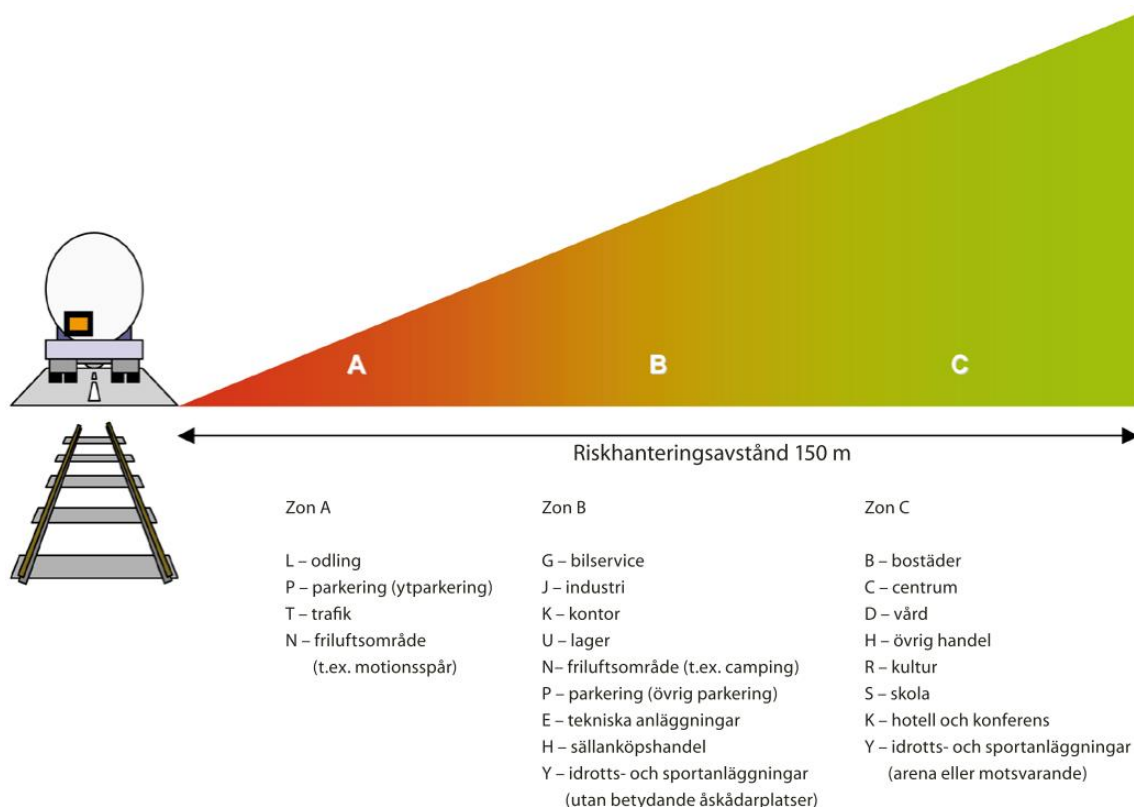
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

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

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)

1.4.2 Riktlinjer

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. 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.



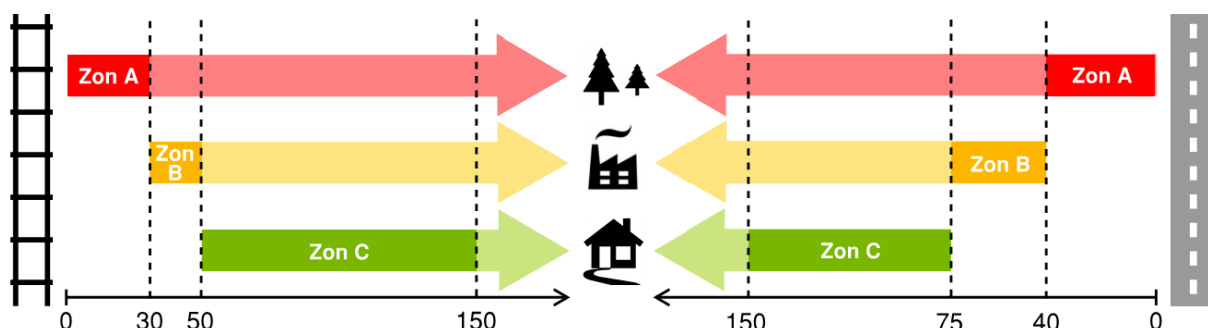
Figur 1 Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [1].

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

- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag [2].
- Riskhantering i detaljplaneprocessen [1].

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

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [6]. Riktlinjerna innebär kortfattat att Länsstyrelsen rekommenderar ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på 25 meter från vägar och järnvägar med farligt gods. Inom 30 meter ska ett antal åtgärder säkerställas beroende på typ av bebyggelse. Rekommenderade avstånd till olika typer av bebyggelse framgår av Figur 2 och Tabell 1.



Figur 2 Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse utmed väg och järnväg [3].

Tabell 1 Rekommenderad lokalisering av verksamhetstyper till respektive zon enligt Figur 2.

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Ytparkering	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

För bensinstationer gäller att ambitionen vid nyplanering alltid bör vara att hålla ett avstånd på minst 100 meter från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus. Närmare än 50 meter från bensinstationen bör bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter undvikas. Ett bebyggelsefritt avstånd på 25 meter från bensinstation bör hållas. [3]

Rekommenderade avstånd till drivmedelsstationer redogörs även för i MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* [4] och beror av bebyggelsetyp, hanterade ämnen och systemdel. Dessa skyddsavstånd anges i Tabell 2.

Tabell 2 Rekommenderade skyddsavstånd mellan drivmedelsstationens olika systemdelar och verksamhet belägen utanför fastigheten. Gäller för hantering av brandfarliga vätskor klass 1.

Objekt	Lossningsplats	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Avluftsriör
Plats där människor vanligen vistas, t.ex. bostad, kontor, stationsbyggnad (A-byggnad), gatukök, butik, servering eller andra objekt med stor brandbelastning eller lokal där öppen eld eller gnistor förekommer.	25 ^{1,2} meter	18 ¹ meter	6 meter	12 meter
Stationsbyggnad (B-byggnad)	12 meter	6 ³ meter	3 meter	6 meter
Minst en utrymningsväg från stationsbyggnad. Nödutgång bör inte mynda mot pumpområdet.	18 meter	9 meter	6 meter	12 meter
Byggnad där människor vanligen inte vistas, t.ex. fristående förråd, garage eller objekt med låg brandbelastning	9 meter	3 meter	3 meter	3 meter
Miljöstation	12 meter	12 meter	3 meter	12 meter

¹ Busshållplats och gatukök utan gäster inomhus kan placeras minst 18 meter från påfyllningsanslutning till cistern förutsatt att gästbord placeras minst 25 meter från påfyllningsanslutning.

² Avståndet kan halveras om vägg mot spillzon är av obrännbart material och läggt i brandteknisk klass EI60 utan ventilationsöppningar och brandtekniskt oklassade fönster. Hela avståndet gäller dock för in- och utgångar.

³ Avståndet förutsätter att mark mellan t.ex. byggnad och pumpö är doserad med fall mot pumpön samt att doseringen omfattar hela spillzonen.

⁴ Avser t.ex. förråd för lösa behållare med brandfarlig vara.

⁵ För s.k. containerstationer gäller särskilda rekommendationer.

1.5 SAMRÅD

Inga samråd har genomförts inför upprättandet av denna handling.

1.6 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Uppgifter från drivmedelsstationer
 - Leveranser
 - Årsförbrukning
 - Klassningsplan för drivmedelsstation, Finlandsvägen1, Circle K, 2018-02-15
- Planskisser, Stockholms stad, 2017-12-08
- Tidigare riskbedömningar
 - WSP (2012), PM RISK, Kista Gård 2
 - Briab (2017), Riskbedömning för ny bebyggelse intill Hanstavägen – Kv. Odde

1.7 INTERNKONTROLL

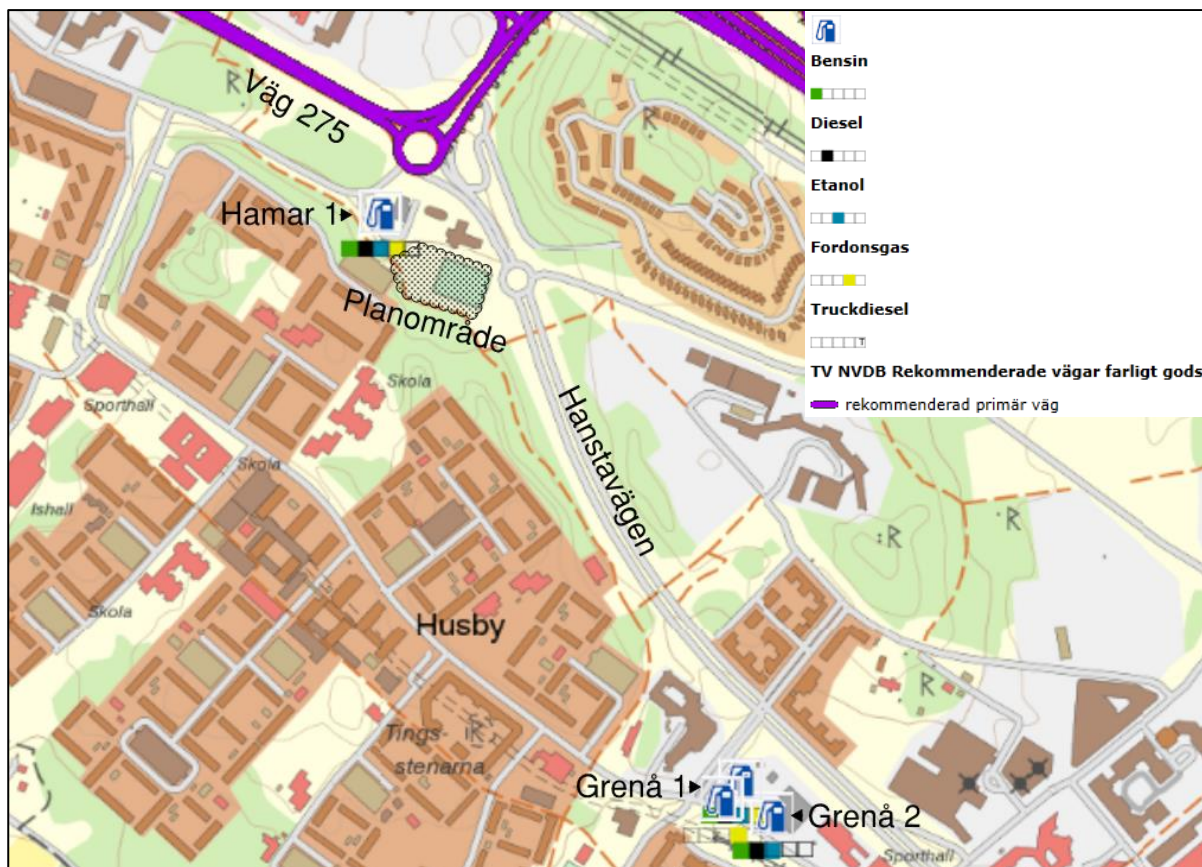
Rapporten är utförd av Elin Bonnevier (Civilingenjör Riskhantering) med Gustav Nilsson (Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll.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

2 OMRÅDESBESKRIVNING

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

2.1 OMGIVNING

Planområdet är beläget drygt 100 meter söder om väg 275 vilken utgör en primär transportled för farligt gods. Sydöst om planområdet löper Hanstavägen vilken utgör leveransväg för brandfarlig vätska och brandfarlig gas till drivmedelsstationer belägna på Grenå 1 och Grenå 2. Strax nordväst om planområdet på Hamar 1 ligger en drivmedelsstation som hanterar brandfarlig vätska, samt mindre mängder gasol.

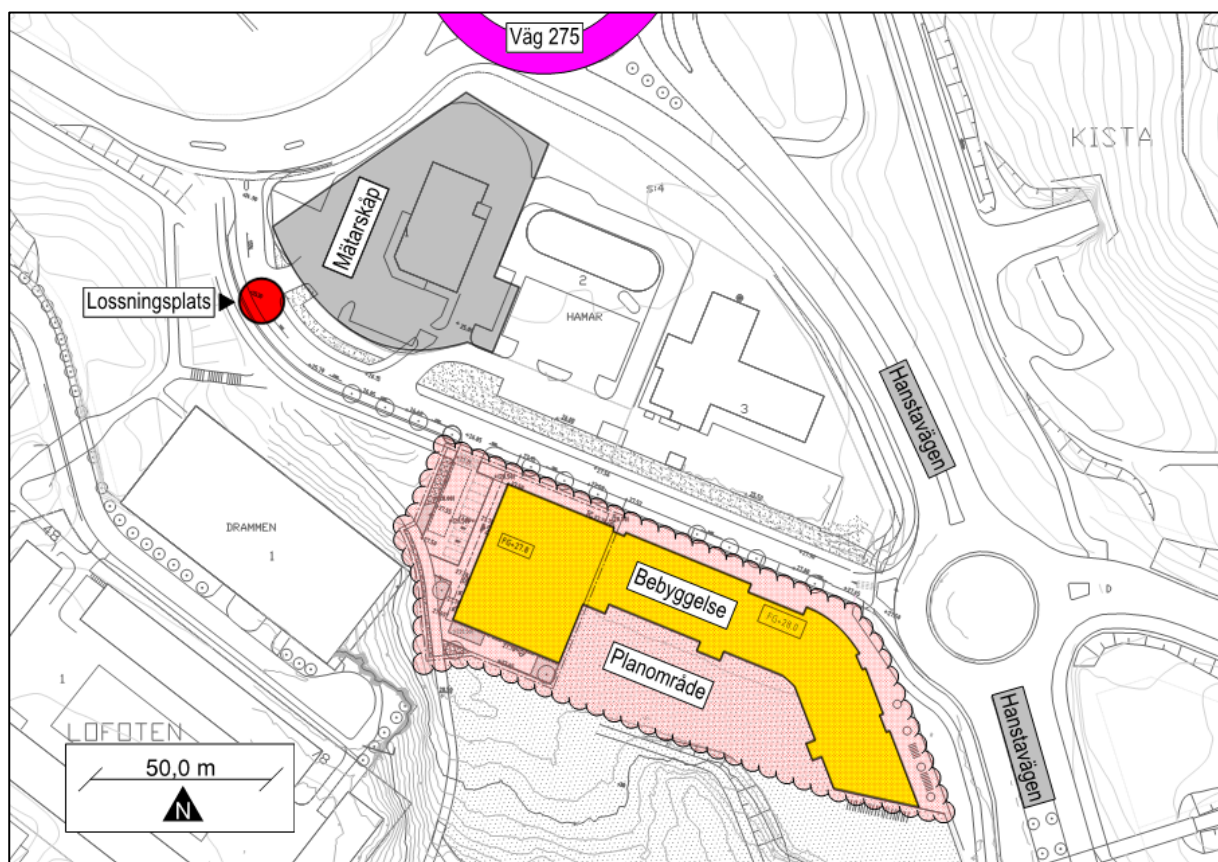


Figur 3. Kartskiss av planområdets (skrafferat) läge relativt väg 275, Hanstavägen och närliggande drivmedelsstationer på Hamar 1, Grenå 1 och Grenå 2. Karta från Länsstyrelsens WebbGIS.

I Länsstyrelsens WebbGIS ser det ut som att det finns tre stationer belägna i Grenå 1 och Grenå 2, men det är endast två. Vidare framgår det av legenden att stationen vid Hamar 1 hanterar fordonsgas, men detta är inget som framgår i det underlag som erhållits från anläggningen.

2.2 PLANOMRÅDET

I planen för området ingår skolbebyggelse med tillhörande idrottshall vilket är markerat i gult i Figur 4. Den intilliggande drivmedelsstationen är markerad i grått. Lossningsplats för drivmedel till den intilliggande drivmedelstationen är markerad i rött.



Figur 4 Planområdets läge (molnat) relativt omgivningen. Drivmedelstation på Hamar 1 är markerat i grått nordväst om planområdet och dess lossningsplats för drivmedel är markerat i rött. Hanstavägen löper nordöst om planområdet och väg 275 markerat i lila norr om planområdet.

Avståndet till väg 275 vilken utgör primär transportled för farligt gods är omkring 100 meter. Kortaste avstånd mellan planerad skolbyggnad och Hanstavägen är drygt 10 meter vid cirkulationsplatsen. Det kortaste avståndet mellan de planerade byggnaderna och lossningsplatsen för drivmedel som transporteras till drivmedelstationen på Hamar 1 har uppmätts till omkring 80 meter.

2.3 INFRASTRUKTUR

På Hanstavägen sker målpunktstransport till drivmedelsstationer belägna på Grenå 1 och Grenå 2 drygt 700 meter sydöst om planområdet. Vägen har 2+2 körfält avskilda av en 8 meter bred mittrefug med belysningsstolpar och träd. Maximalt tillåten hastighet är 50 km/h och i höjd med planområdet har vägen en cirkulationsplats. ÅDT för sträckningen har varit avtagande under 2000-talet från strax under 20000 år 2002 till knappt 14000 under 2014. I beräkningarna används det högre värdet ur ett robusthetshänseende.

Undantaget planerad bebyggelse inom planområdet är avståndet från Hanstavägen till sammanhängande bebyggelse omkring 50 meter. Detta område utgörs av glesare skogspartier.

Den del av väg 275 som är belägen inom 150 meter från planområdet utgörs av en cirkulationsplats med dubbla körfält. Maximalt tillåten hastighet genom rondellen är 50 km/h. ÅDT för sträckningen har baserats på beräkningar med data från NVDB och ansatts till omkring 30000. Från väg 275 är avståndet till bostads- och industriområden generellt omkring 150 meter respektive 50 meter.

2.4 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Närområdet består av en blandning av lättare industri, grönområden och bostadsbebyggelse (lägenheter). Baserat på typbebyggelse och överslagsräkning ansätts en uppskattad persontäthet på 2000 dagtid och 4000 nattetid. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt.

Samhällsriskberäkningarna har genomförts för ett område på en kvadratkilometer, med centrumpunkt i planområdet.

Utöver att bedöma samhällsrisk för en kvadratkilometer görs även beräkningar av en viktas samhällsrisk för bara det berörda planområdet (i denna rapport kallad grupprisk). Detta för att säkerställa att risknivån inte är förhöjd lokalt. I dessa beräkningar inkluderas inte skadeutfall utanför planområdet.

För gruppriskberäkningarna ansätts att personbelastningen är som störst under dagtid, med viss aktivitet även kvällstid. I beräkningarna har en persontäthet om 15000 dagtid och 5000 nattetid ansatts som ett genomsnitt.

3 RISKIDENTIFIERING

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

För det aktuella planområdet härrör riskbilden i huvudsak från väg 275 som är primär transportled för farligt gods, samt Hanstavägen som ej är primär transportled men där transport går till två drivmedelsstationer sydöst om planområdet. En annan riskkälla är en drivmedelsstation på *Hamar 1* som ligger i anslutning till planområdet.

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 [5] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods som transporteras på väg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade ADR-S-systemet vilket baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett givet ämne eller produkt.

3.1.1 Väg 275 – Primärled för farligt gods

Väg 275 utgör en primär transportled för farligt gods varför alla typer av farligt gods får transporteras förbi planområdet.

Mängden farligt gods och fördelning mellan ADR-klass som transporteras på vägavsnittet har därför ansatts efter schablonsiffror baserade på nationell transportstatistik mellan åren 2009-2015.

3.1.2 Hanstavägen – Målpunktstransport till drivmedelsstationer

På Hanstavägen transporteras det farligt gods till och från de två drivmedelstationerna som ligger sydöst om planområdet.

Mängden farligt gods som transporteras på vägavsnittet baseras på uppgifter kring förbrukning och leveranser från berörda drivmedelsstationer. I beräkningarna ansätts att passage förbi planområdet sker två gånger per leveranstillfälle.

Olyckor begränsas till att omfatta brandfarlig vätska och brandfarlig gas.

3.1.3 Drivmedelsstation – på Hamar 1

På närliggande drivmedelsstationer hanteras brandfarlig vätska i form av diverse drivmedel. Olycka i samband med främst lossning kan ge upphov till skadescenarier vilka påverkar omgivningen. På stationen hanteras även gasol i mindre behållare. Bedömning av drivmedelsstationerna görs utifrån riktvärden i MSB:s rapport *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*.

Givet hanterade ämnen, samt avståndet mellan anläggningens olika systemdelar och planområdet görs bedömning att risknivån är acceptabel och således inte behöver utredas vidare.

3.2 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se Bilaga D, 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 3.

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

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

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

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

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

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner och
- acceptabla

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

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

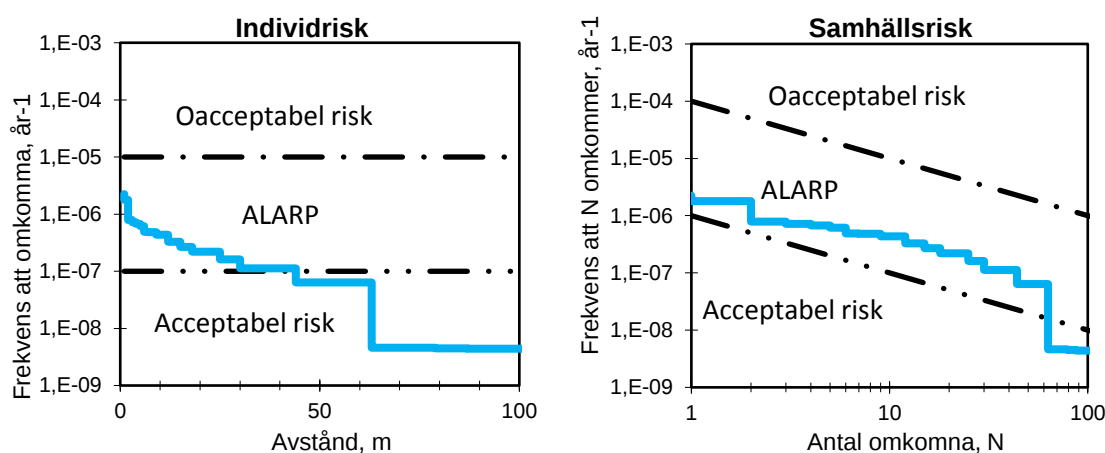
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 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 5.

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}	$> 10^{-4}$

*N=1 med lutning på F/N-kurva: -1



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [6].

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 5) 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 5) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

4.1 RISKNIVÅ

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

För aktuellt projekt genomförs även en viktad samhällsriskberäkning (grupprisk) med syfte att säkerställa att planområdet inte ger upphov till en alltför hög lokal risk.

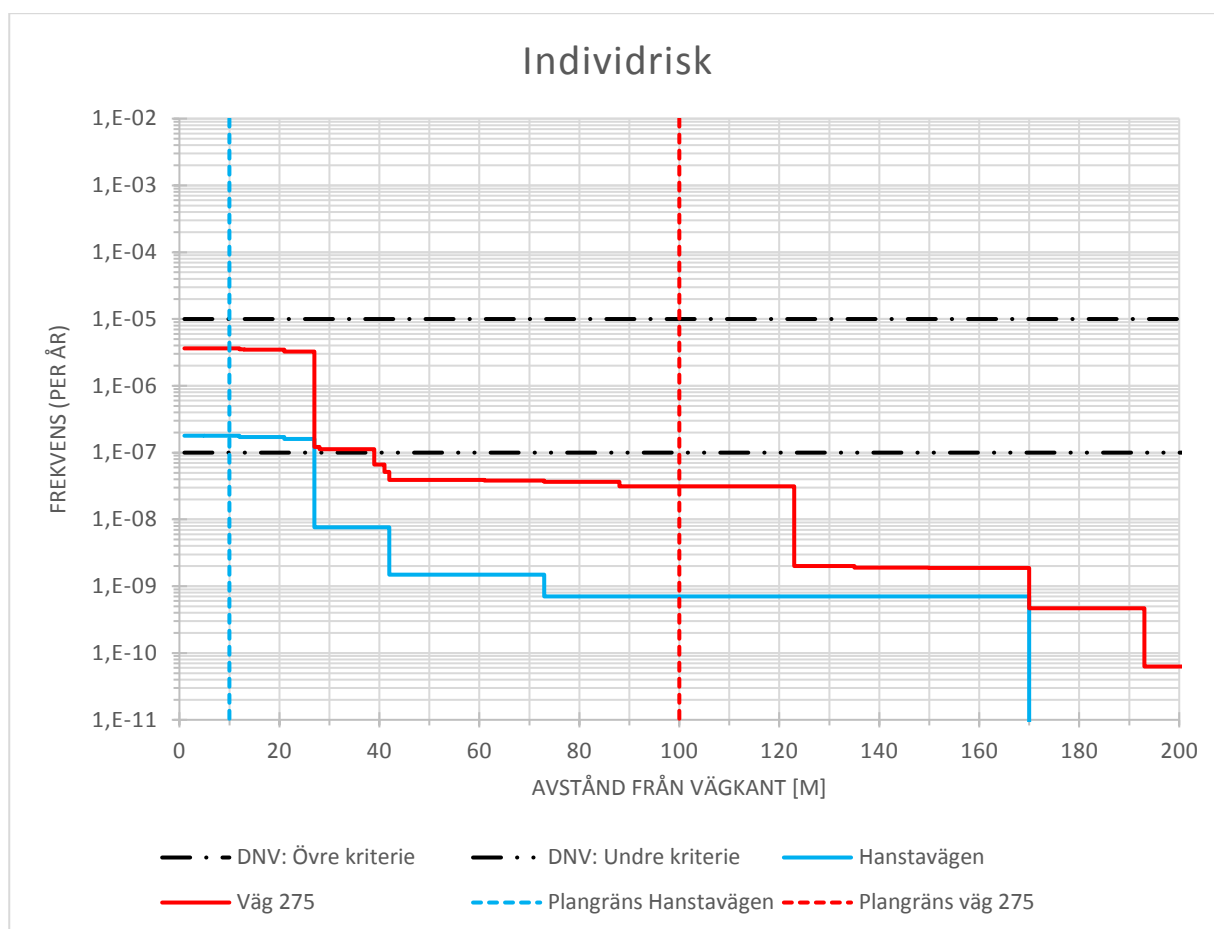
4.1.1 Farligt gods på väg

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [7] 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.

4.1.1.1 Individrisknivå med avseende på Hanstavägen och väg 275

I Figur 6 illustreras individrisknivån för aktuellt område längs Hanstavägen och väg 275. De vågräta linjerna markerar övre och undre gräns för ALARP-området. Ur figuren kan utläsas att risken är inom ALARP upp till 27 meter från både väg 275 och Hanstavägen. Bortom detta avstånd är risken explicit acceptabel.



Figur 6. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Hanstavägen och väg 275. Streckade vertikala linjer redovisad planområdesgränsens läge relativt respektive väg.

Skolbyggnaden är planerad 10 meter från Hanstavägen i närmaste läge. Vid detta avstånd är beräknad individrisk inom ALARP, vilket innebär att åtgärder ska implementeras i rimlig omfattning. Baserat på att skolverksamhet är särskilt skyddsvärd verksamhet görs bedömning att åtgärder ska vidtas.

Risken från Hanstavägen härrör främst från transport av brandfarlig vätska, men även brandfarlig gas. Åtgärder fokuseras därför kring att begränsa brandspridning till och in i byggnaden.

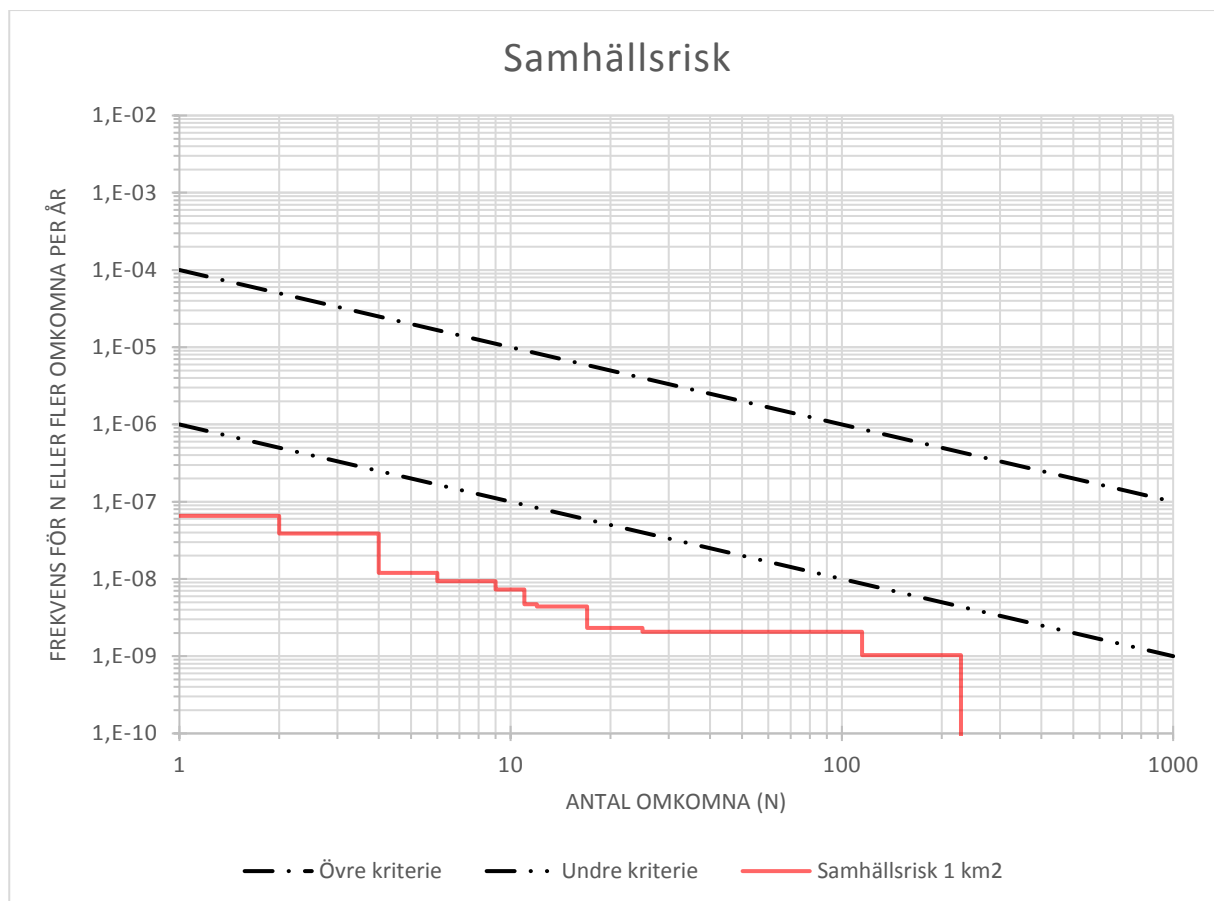
Sammanvägning av individrisk från de båda källorna bedöms inte ge upphov till en risknivå som överskrider ALARP. Detta då avståndet är relativt och vägarnas inbördes läge gynnsamt.

Inga särskilda åtgärder behöver vidtas ur ett individriskperspektiv med hänsyn till väg 275.

4.1.1.2 Samhällsrisknivå med avseende på Hanstavägen och väg 275

I Figur 7 illustreras samhällsrisknivå med avseende på transport av farligt gods på väg 275 och Hanstavägen för ett område om 1 km² med centrum i planområdet. Ur figuren kan utläsas att risken är genomgående acceptabel varför inga särskilda åtgärder med hänsyn till samhällsrisk behöver vidtas.

Den låga risknivån härrör främst från att båda vägarna kantas av relativt breda obebyggda områden, samt att befolkningstätheten som helhet är gles till följd av stora delar industri- och grönområden.

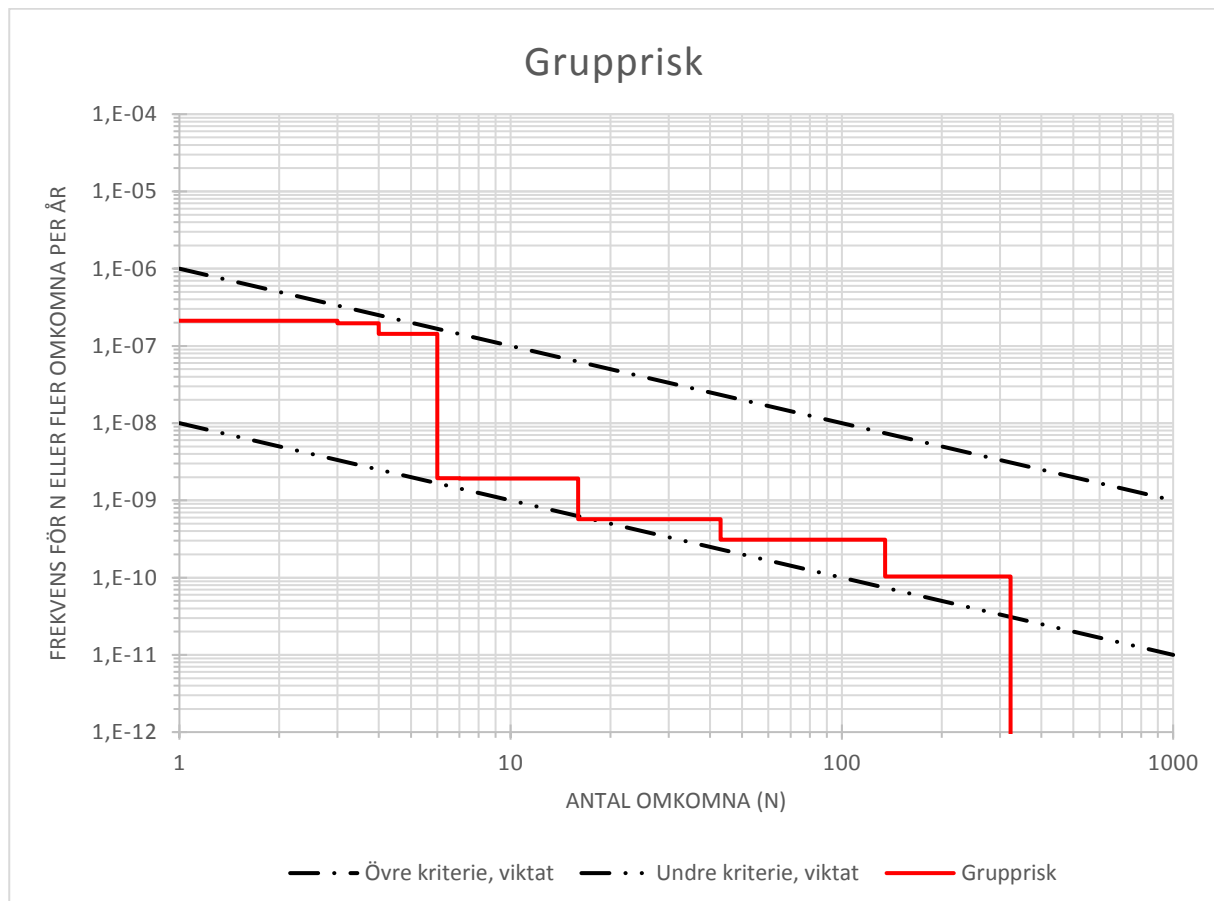


Figur 7. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter till drivmedelsstationer på Hanstavägen.

4.1.1.3 Grupprisnivå med avseende på Hanstavägen och väg 275

För att säkerställa att planläggningen inte medför en alltför hög lokal samhällsrisk beräknas även grupprisen. Grupprisen tar endast hänsyn till olyckspåverkan inom det avgränsade planområdet. Då planområdet är mindre än en kvadratkilometer utifrån vilket DNV:s bedömningskriterier för samhällsrisk utgår ifrån, görs en viktning av dessa med hänsyn till area.

Det samlade resultatet för grupprisk med hänseende till både Hanstavägen och väg 275 redovisas i Figur 8.



Figur 8 Samhällsriskenivå med avseende på farligt gods-transporter på väg 275.

Ur figuren kan utläsas att beräknad grupprisk visar på en förhöjd riskbild som genomgående befinner sig inom ALARP-området. Störst riskbidrag kommer från mindre olyckor med upp till åtta döda.

Anledningen till den höga risken, främst närmast väg är det korta avståndet till väg om 10 meter från fasadliv. Olyckor med mindre skadeutfall (< 10 omkomna) härrör nästan uteslutande från olycka med brandfarlig vätska varför åtgärder huvudsakligen bör fokusera på att begränsa konsekvensen av denna olyckstyp.

Olyckor med större skadeutfall (> 10 omkomna) härrör från transport av brandfarlig gas. Behovet av hantering av dessa risker bedöms lägre, men givet olyckstypens snarlika konsekvenstyp relativt olyckor med brandfarlig vätska, görs bedömning att åtgärder som hanterar dessa olyckor också har effekt på olyckor med brandfarlig gas.

Baserat på beräknad grupprisk ska åtgärder för att begränsa skadeutfallet vid olycka med brandfarlig vätska och brandfarlig gas vidtas.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [8], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [8]. De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan.

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

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Samtliga åtgärder är inte lämpliga att reglera i en detaljplan, utan beaktas först i senare skede. Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

Genom att vidta föreskrivna åtgärder görs bedömning att planen kan utföras enligt förslag.

5.1.1 Skyddsavstånd

Då förhöjd risknivå råder inom 27 meter från Hanstavägen görs bedömning att markanvändningen mellan byggnad och riskkällorna ska utformas på ett sätt vilket inte uppmuntrar till mer än tillfällig vistelse. Lekplatser, aktivitetsytor, grillplatser etc. bedöms olämpligt att uppföra inom detta avstånd. Trafik, ytparkering eller grönområde bedöms vara lämplig användning.

Vid uppförande av byggnader eller byggnadsdelar inom detta avstånd ställs krav på särskilt brandskydd enligt 5.1.2 och utrymning enligt 5.1.3.

5.1.2 Byggnadstekniskt brandskydd

Den åtgärd som bedöms vara aktuell och ha god effekt i händelse av önskan om bebyggelse närmare Hanstavägen än 27 meter är byggnadstekniskt brandskydd. Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och/eller fönster utformas på ett sätt vilket reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av extern brandpåverkan.

Genom att utforma ytterväggar inom 27 meter från väg i lägst brandteknisk klass EI 30 och fönster i lägst klass EW 30 görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand

eller jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Fönster ska endast vara öppningsbara med servicenyckel.

Åtgärden har även sekundär effekt i att begränsa inträngningen av brandrök och andra giftiga gaser.

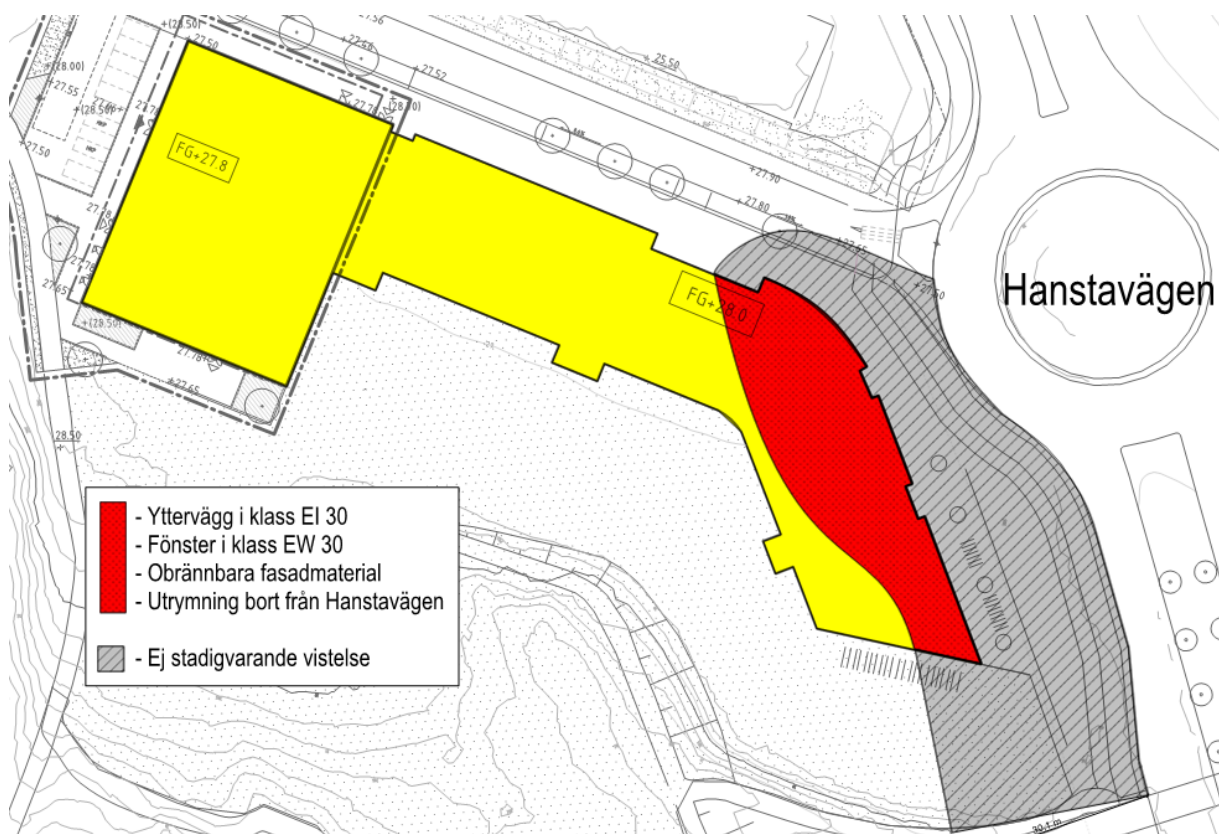
Som komplement till brandklassade ytterväggar och fönster ska dessa byggnadsdelar utföras med obrännbara fasadmateriäl för att förhindra brandspridning till byggnaden.

5.1.3 Utrymning

Byggnadsdelar som vetter mot Hanstavägen ska vara möjliga att utrymma bort från Hanstavägen.

5.1.4 Sammanfattning rekommenderade åtgärder

I Figur 9 nedan redogörs schematiskt för omfattning av föreslagna åtgärder.



Figur 9. Schematisk redogörelse över föreskrivna åtgärder för att erhålla en tillfredsställande riskbild givet planerad verksamhet och identifierade riskkällor.

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 planområdet,
- schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

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

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. [9]

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. [9]

7 SLUTSATSER

Beräknade risknivåer visar på aningen förhöjd individrisk inom 27 meter från Hanstavägen, samt en grupprisk för planområdet som genomgående ligger inom ALARP.

Riskbilden härrör primärt från transport av brandfarlig vätska till drivmedelsstationer på Grenå 1 och Grenå 2, varför föreslagna åtgärder uteslutande fokuseras till att minimera konsekvensen av olyckor med brand som konsekvens.

Risker förenade med intilliggande drivmedelsstationer på Hamar 1 bedöms inte ge upphov till en risknivå som påverkar planområdet.

WSP:s bedömning är att planläggning enligt förslag är möjligt att genomföra förutsatt att följande åtgärder för riskreduktion vidtas:

- Ytterväggar inom 27 meter från Hanstavägen utformas i lägst klass EI 30.
- Fönster inom 27 meter från Hanstavägen utformas i lägst klass EW 30.
Fönster ska endast vara öppningsbara med servicenyckel.
- Fasader inom 27 meter från Hanstavägen utförs med obrännbara material.
- Byggnadsdelar mot Hanstavägen ska vara möjliga att utrymma bort från Hanstavägen.
- Området mellan Hanstavägen och skolbyggnaden ska utformas så att det endast uppmuntrar till tillfällig vistelse.

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.

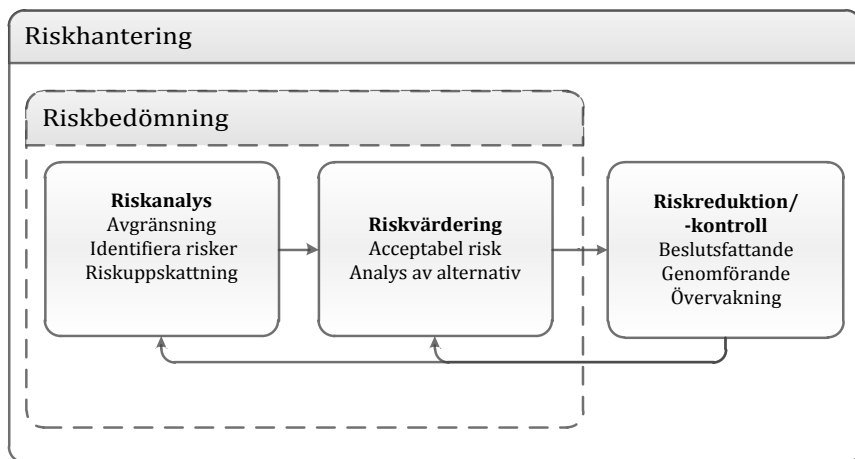
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [10] [11], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 10.

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

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



Figur 10. Riskhanteringsprocessen.

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

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

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 [7] presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och- transportforskningsinstitutets rapport [12] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarier 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 5.

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

Tabell 5 Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*

Indataparameter	Hanstavägen	Väg 275
$\dot{A}DT_{total}$	20000	30000
$\dot{A}DT_{FG}$	3,43	60
Hastighetsgräns	50 km/h	50 km/h
Olyckskvot (OK)	1,20	1,20
Andel Singelolyckor (SiO)	0,15	0,15
Index	0,03	0,03
Frekvens FG-olycka	2,78E-03	4,74E-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 [5] som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 6 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

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

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva på väg är 16 ton [5].	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 [13].
Klass 2	Gaser	Inerta gaser, oxiderande gaser & brandfarliga gaser	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).	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [12]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

År 2015 genomfördes omkring 540 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 16 miljoner ton, fördelat på en total sträcka av cirka 55 miljoner kilometer. Av samtlig tung trafik står farligt gods-transporter för omkring 2,5 % av den totalt tillryggalagda sträckan baserat på ett genomsnitt från 2009-2015. I Tabell 7 redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFA mellan åren 2009-2015 för hela landet [14]. Siffrorna anses representativa för utredd sträcka.

Transport på hanstavägen baseras på transport- och förbrukningsuppgifter från drivmedelsstationerna samt tidigare upprättade riskbedömningar för planområden utmed vägen.

Tabell 7. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser baserat på körda kilometer för respektive alternativ.

	Hanstavägen	Väg 275
ÅDT _{FG}	3,43	60
ADR-S klass 1	0	0,43
ADR-S klass 2.1	1,43	4,04
ADR-S klass 2.3	0	0,03
ADR-S klass 3	2	28,2
ADR-S klass 5	0	1,44
ADR-S övriga	0	25,9

BILAGA C. FREKVENSBERÄKNINGAR

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

C.1. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

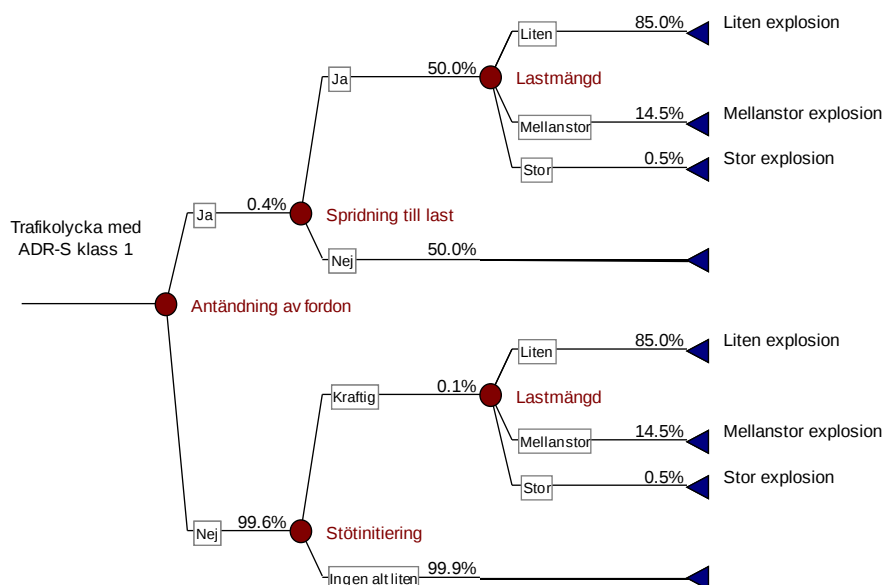
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [5]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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) [15] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). 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 massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

C.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 11 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 11. Händelseträd 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 [16]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [17] [18].

C.1.2.2. BRANDSPRIDNING TILL LASTEN

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats [19], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverket 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 [20], 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 [21]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [22] 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 [23] [24].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [25] 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 [26]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [27] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 8, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 8. 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) [5]. 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, t.ex. propan, butan och acetylen där brand utgör den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga¹. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [28]. Gasol ansätts som dimensionerande ämne, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns samt att den transporteras tryckkondenserad och i stor utsträckning gör ämnet till ett konservativt val [20].

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 [29]. Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 [7].

C.2.1.2. LÄCKAGESTORLEK

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

C.2.1.3. ANTÄNDNING

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [30], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

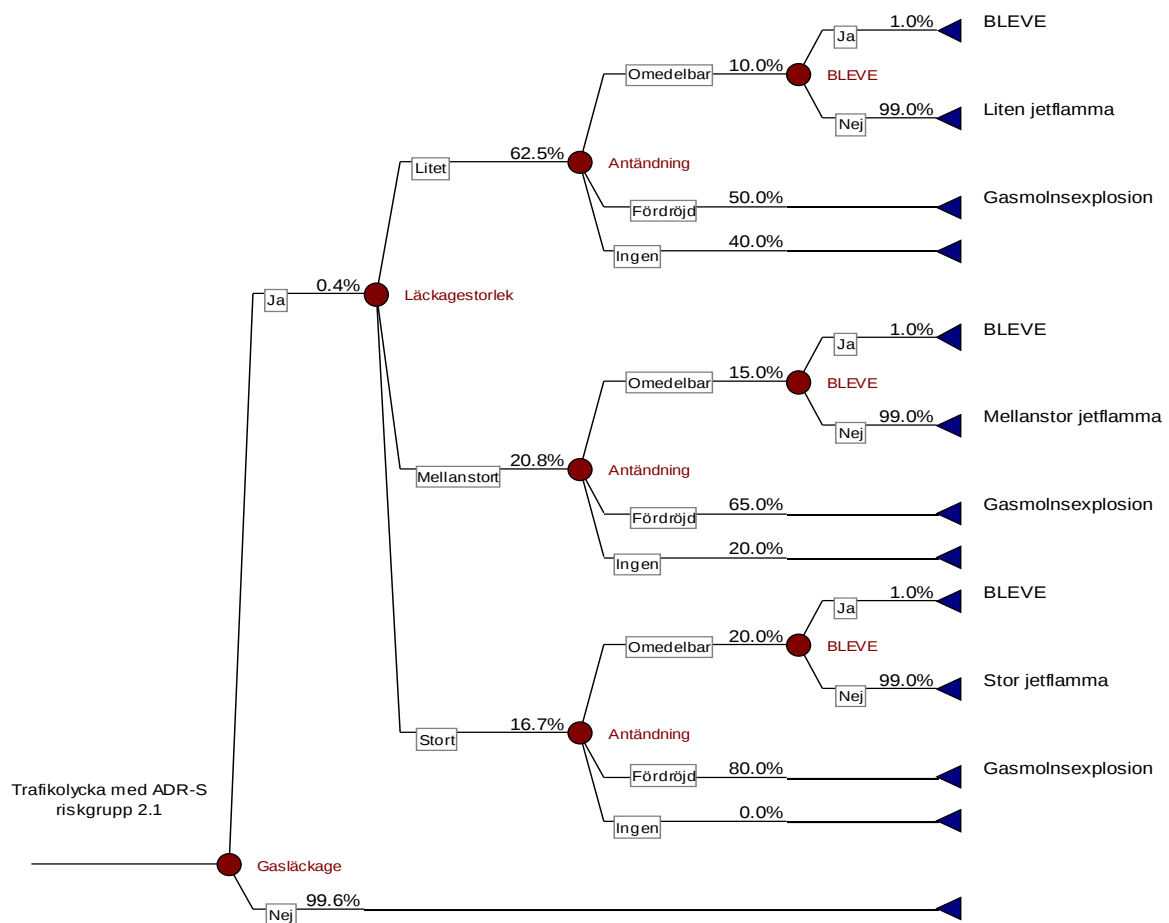
¹ Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

C.2.1.4. BLEVE

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

C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 12 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 12. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

C.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

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

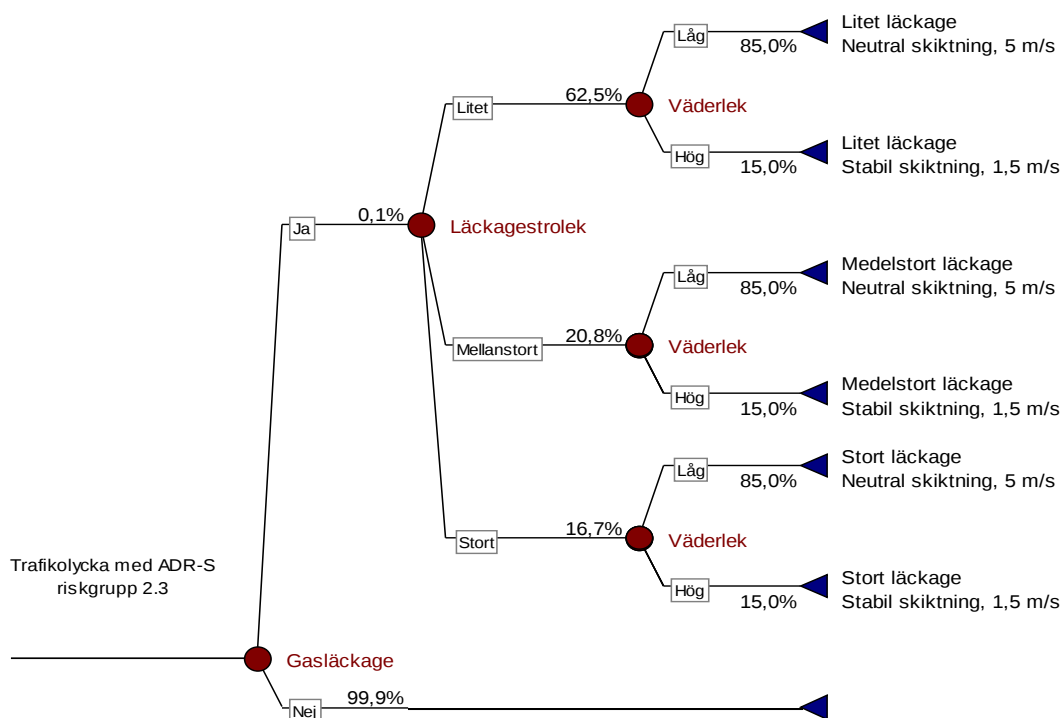
C.2.3.1. REPRESENTATIVT ÄMNE

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

C.2.3.2. TOXIKOLOGISKA GRÄNSVÄRDEN

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

C.2.4 Händelseträd med sannolikheter



Figur 13. 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 [7]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [29]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [7].

C.2.4.2. LÄCKAGESTORLEK

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

C.2.4.3. VÄDERLEK

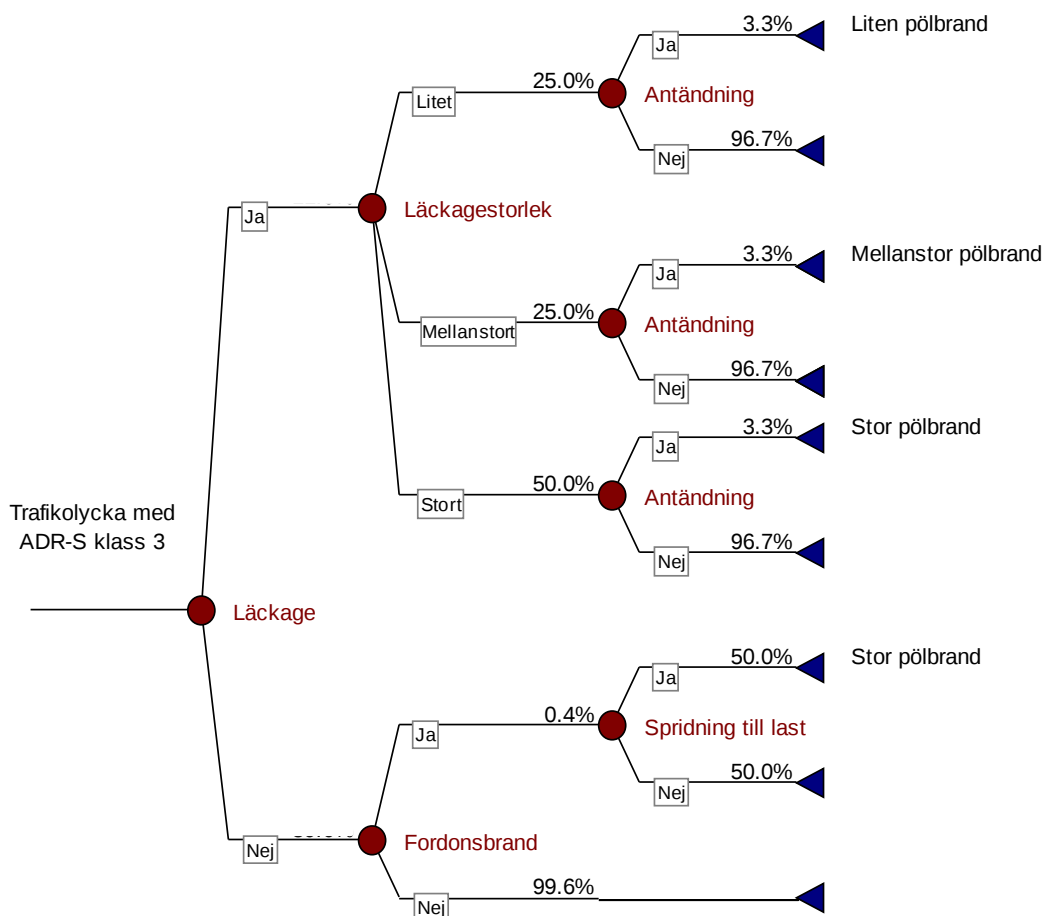
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två 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 Händelseträd med sannolikheter

Figur 14 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 14. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 3.

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 5.

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 [31] [32]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [7]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

C.3.1.3. ANTÄNDNING

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [33]. 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 % [22].

C.3.1.4. FORDONSBRAND

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

C.4. ADR-S KLASS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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

C.4.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [5].

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 [34]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [35] och FOI [36] 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 [37].

C.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

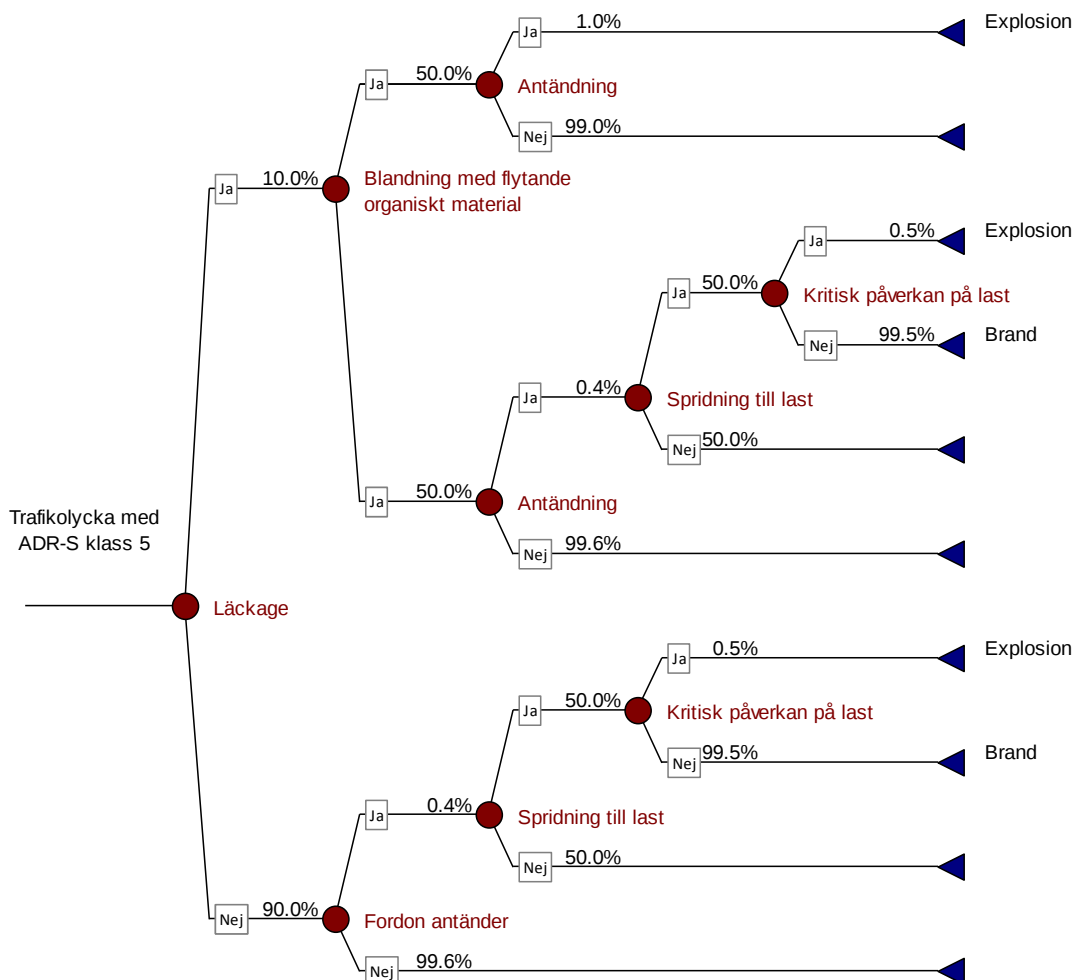
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [28]. 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 [38], 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 15 redovisar ett händelseträd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 15. Händelseträd 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 [39]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkänning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

C.4.2.4. BLANDNING MED FLYTANDE ORGANISKT MATERIAL

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

C.4.2.5. ANTÄNDNING AV BLANDNING

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

C.4.2.6. ANTÄNDNING AV OBLANDAT GODS

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

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

C.4.2.7. BRANDSPRIDNING TILL LASTEN

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

C.4.2.8. KRITISK PÅVERKAN PÅ LAST

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [35]. 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 [34]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna

anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

C.5. ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN

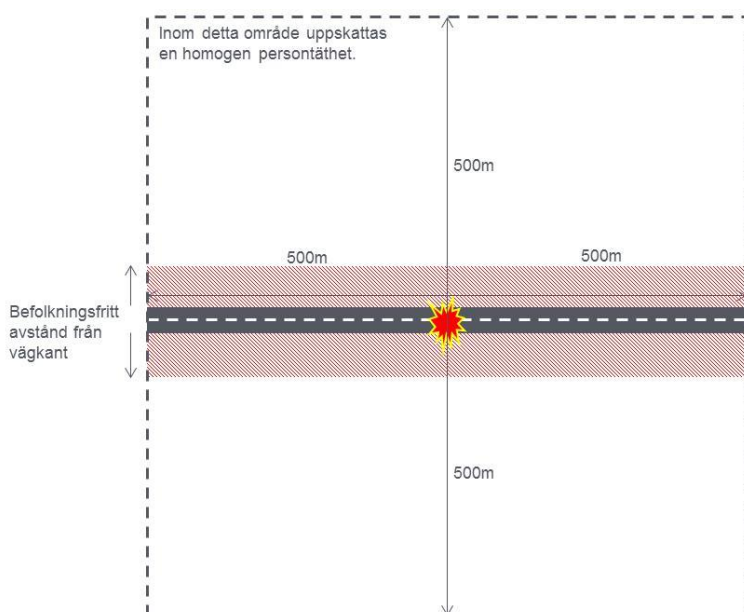
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i 0).

BILAGA D. KONSEKVENSBERÄKNINGAR

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

D.1. PERSONTÄTHET

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 16.



Figur 16. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

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

I grupp-riskberäkningarna har det ansatts att personer inomhus är skyddade till 90 % vid olycka med giftig gas på väg 275.

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

D.2. ANTAGANDE OM OLYCKANS PLACERING

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

D.3. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

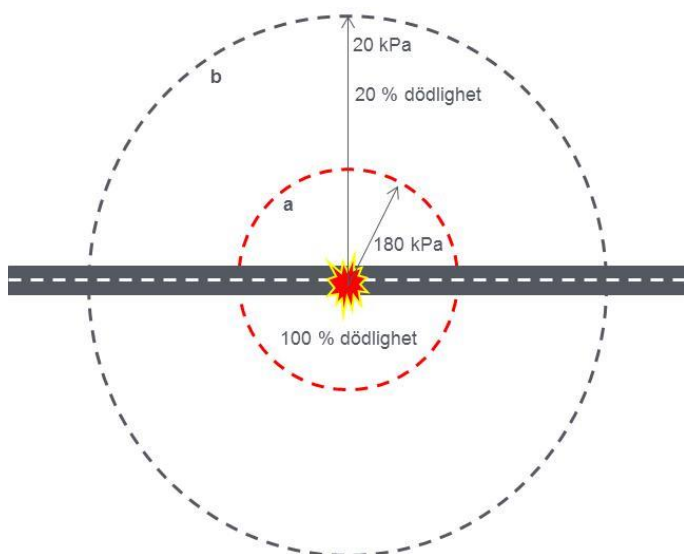
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [40].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [41]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

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

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

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa enligt Figur 17.



Figur 17. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [42] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 9. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 9. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180 \text{ kPa}$	Avstånd $P \geq 20 \text{ kPa}$
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.5. ADR-S RISKGRUPP 2.1 – BRANDFARLIGA GASER

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

Programvaran *Spridning Luft* [43] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [7] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 10. Framräknad läckagestorlek för gasol.

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

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

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

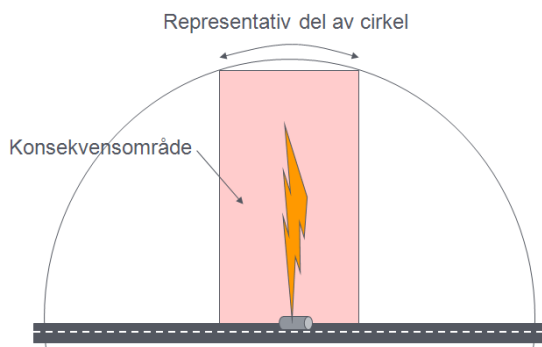
D.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [41]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

D.7. JETFLAMMA

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

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [41], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [44] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 18.



Figur 18. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.8. GASMOLNEXPLOSION

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

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

Programvaran Spridning Luft [43] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns.

Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 18.

D.9. KONSEKVENSAVSTÅND ADR-S RISKGRUPP 2.1

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

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

D.10. ADR-S RISKGRUPP 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenariere enligt Tabell 11. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt Bilaga C och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 11. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC _{50@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.11. ADR-S KLASS 3

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/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 [20] [45].

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 [20]. I Tabell 12 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 12. 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	23 meter
Stort utsläpp	400 m ²	30 meter

D.12. ADR-S KLASS 5

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

D.12.1.1. EXPLOSION

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [37]. 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.12.1.2. BRAND

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

BILAGA E. REFERENSER

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms Län, Stockholm: Länsstyrelsen, 2003.
- [3] Länsstyrelsens i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [4] MSB, "Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [5] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [6] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [7] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [8] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [9] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [10] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [11] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [12] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [13] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [14] TRAFI, "Lastbilstrafik 2009-2015 Swedish national and international road goods transport," Trafikanalys, 2015.
- [15] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [16] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [17] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [18] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [19] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [20] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.

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



UPPDRAGSNAMN
RDB Dalhagshallen, Akalla 4:1

UPPDRAGSNUMMER
10264597

FÖRFATTARE
Elin Bonnevier

DATUM
2018-03-20

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 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. 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

