

Funäsdalen 16:94
Hamra
Tännaldalen fjällanläggning
Funäsdalen

Nybyggnad/detaljplanering

Risikanalys av transporter med farligt gods

Status	Preliminär
Utgåva	1
Datum	2024-01-22
Uppdragsbeteckning	5506,002
Handlingsbeteckning	FT8-01
Skapad	2024-01-22
Sidor	42
Handläggare	Max Myrhede
E-post	max.myrhede@firetech.se
Uppdragsansvarig	Anna-Kajsa Wik
E-post	anna-kajsa.wik@firetech.se
Tel	070-696 35 39

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	2 (42)

Sammanfattning

På fastighet Funäsdalen 16:94, Funäsdalen, har Tännadalens fjällanläggning givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys för att utreda riskerna i samband med transporter av farligt gods på riksväg 84 samt vilka eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga kopplat till nybyggnad av flerbostadshus. I detta dokument presenteras resultatet av detta arbete.

Genomförande av riskanalysen inleddes med en kartläggning och beskrivning av närområdet. Därefter genomfördes en riskidentifiering där risker i samband med transporter av farligt gods på transportleden identifierades.

Inga närliggande verksamheter bedöms ha ett betydande riskbidrag mot verksamheten.

På grund av mängden farligt gods som förväntas transporteras, kombinerat med korta avstånd mellan verksamheten och transportled, bedömdes risken initialt som hög. Med anledning av detta har en fördjupad kvantitativ riskanalys genomförts.

Resultaten av riskanalysen visar att beräknad individ- och samhällsrisknivå ligger inom ALARP-område där risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

Med hänsyn till förekommande risknivå rekommenderar FireTech Engineering AB att verksamheten ska uppfylla följande krav:

Området mellan byggnaden och transportleden ska utformas så att det inte uppmanar till stadigvarande vistelse 24 meter från leden.

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten är acceptabel för personer som befinner sig på området utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	3 (42)

1	ALLMÄNT	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	1
1.3	Avgränsningar	1
1.4	Uppdragsgivare	1
1.5	Utgåva	1
1.6	Metod och rapportens uppläggning	1
1.7	Styrande dokument	2
1.8	Kvalitetssäkring	2
2	RISKHÄNSYN I DEN FYSISKA PLANERINGEN	3
2.1	Kriterier för riskvärdering	3
2.2	Principer för riskvärdering	5
3	ÄMNESKLASSER OCH DESS KONSEKVENSER	6
4	OMRÅDESBESKRIVNING	7
4.1	Befolkningstäthet	8
5	INLEDANDE KVALITATIV ANALYS	10
5.1	Riskidentifiering	10
5.2	Transporter av farligt gods på riksväg 84.	10
6	ÖVERSIKTLIG RISKBEDÖMNING OCH RISKVÄRDERING	12
7	KVANTITATIV RISKANALYS	13
7.1	Resultat individrisk	13
7.2	Resultat samhällsrisk	13
7.3	Osäkerheter och känslighetsanalys	14
8	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	17
9	RISKVÄRDERING	18
10	REKOMMENDATIONER OCH ÅTGÄRDER	19
11	SLUTSATS	19
	REFERENSER	20
	BILAGA A FREKVENNS OCH SANNOLIKHETSBERÄKNING	22
A.1	Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg	22
	BILAGA B – KONSEKVENSBERÄKNINGAR	30
B.1	Allmänt	30
B.2	Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA	32
B.3	ADR Klass 1.1 – Olycka med massexplosivt ämne	33
B.4	ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas	34
B.5	ADR klass 2.3 – Olycka med giftig gas	35
B.6	ADR klass 3 – Olycka med brandfarlig vätska	36
B.7	ADR klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen	37
	BILAGA C – BERÄKNINGAR AV INDIVID- OCH SAMHÄLLSRISK	38
C.1	Individrisk	38
C.2	Samhällsrisk	39

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	
5506,002	FT8-01	
Status	Skapad	Sida
Preliminär	2024-01-22	1 (42)
Signatur	Datum	Utgåva
Max Myrhede	2024-01-22	1
Innehåll	Riskutredning kopplat till transporter av farligt gods förbi kv. Funäsdalen 16:94 i Tänndalen.	

1 Allmänt

1.1 Bakgrund

På begäran av Tänndalens fjällanläggning ska en riskanalys genomföras som utvärderar riskerna för nybyggnad i Hamra inom Funäsdalen kommun. I anslutning till Hamra och detaljplaneområdet går transportleden riksväg 84 vilken är rekommenderad väg för farligt gods.

Tänndalens fjällanläggning har därför givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys av transporter av farligt gods samt ge förslag på eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga.

1.2 Syfte och mål

Syftet med riskanalysen är att undersöka riskerna för aktuellt område med avseende på transport av farligt gods i anslutning till planområdet.

Riskanalysen ska fungera som underlag för bedömning av lämpligheten av föreslagen bebyggelse som planförslaget medför. Riskanalysen ska även uppskatta risknivån för området i dagsläget. Vid behov ska även riskreducerande åtgärder föreslås.

1.3 Avgränsningar

Denna riskanalys behandlar enbart personsäkerheten för människor som vistas i området.

Långvariga effekter på människors hälsa och miljöeffekter beaktas inte (exempelvis buller och markföroreningar).

1.4 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för detta dokument är Tänndalens fjällanläggning.

1.5 Utgåva

Detta dokument utgör en första utgåva.

1.6 Metod och rapportens uppläggning

Riskanalysen börjar med att gå igenom generella principer och begrepp som är av nytta att förstå i denna rapport, se kapitel 2.

I kapitel 3 beskrivs översiktligt vilka typer av farligt gods som kan förväntas transporteras, exempel på vad som kan transporteras, den dominerade faran förknippad med respektive ämne, möjliga konsekvenser till följd av en olycka och vilka konsekvensavstånd som kan uppstå.

Därefter genomförs en kartläggning och beskrivning av området. Därefter påbörjas en riskidentifiering. Dessa delar finns presenterade i kapitel 4 respektive kapitel 5.

Med utgångspunkt i detta görs en översiktlig riskbedömning och riskvärdering där förutsättningar för området och förväntade transportmönster beaktas. Detta redovisas i kapitel 6.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	2 (42)

På grund av den stora mängden farligt gods som förväntas transporteras samt de korta skyddsavstånden som råder genomförs en kvantitativ riskanalys för att uppskatta risknivåernas storlek och möjliggöra en riskvärdering. Resultat från den kvantitativa riskanalysen redovisas i kapitel 7, medan huvuddelen av antaganden, beräkningar och genomförande finns presenterat i Bilaga A (frekvensberäkningar), Bilaga B (konsekvensberäkningar) och Bilaga C.

Värdering av risknivåerna till följd av transporter av farligt gods på transportleden görs. Beräknade risknivåer jämförs med vedertagna kriterier. Riskvärderingen baserat på den kvantitativa riskanalysen finns redovisad i kapitel 9.

Slutligen utarbetas rekommendationer och alternativ för riskreducerande åtgärder utifrån riskens storlek och genomförd riskvärdering. Dessa presenteras i kapitel 10.

1.7 Styrande dokument

På nationell nivå anger Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL), Miljöbalken (1998:808) och Lagen om skydd mot olyckor (2003:778) (LSO) att riskanalyser ska genomföras.

PBL anger att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet *med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor*. Vidare ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på ett sätt som är lämpligt *med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand mot trafikolyckor och andra olyckshändelser*. Exempel på när sådana olyckor kan uppstå kan vara vid transporter av farligt gods på väg eller järnväg, eller i samband med anläggningar med verksamhet som hanterar eller lagrar farliga ämnen.

1.8 Kvalitetssäkring

Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med FireTech Engineerings kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, vilket innefattar interngranskning av de brandskyddstekniska förutsättningarna samt föreslagna lösningar. Interngranskningen genomförs av en, från projektet, fristående brandsakkunnig.

Civilingenjör i riskhantering och brandingenjör Oscar Mårtensson har granskat.

2

Riskhänsyn i den fysiska planeringen

Enligt plan- och bygglagen ska planläggning ske så att bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

Enligt Trafikverket [1] anges att en riskanalys bör genomföras för bebyggelse planerad inom 150 meter från en transportled som generellt riktvärde. Detta avstånd anges i flertalet lokala och regionala riktlinjer hos kommuner, men är inte nationellt fastställt i dagsläget.

Länsstyrelsen Jämtland har nyligen (2023) tagit fram riktlinjer för riskbedömning inom fysisk planering [2]. I Figur 1 nedan presenteras dessa riktlinjer för planläggning intill transportleder där det transporteras farligt gods samt olika säkerhetsavstånd. Bilden ska tolkas som att bostäder är normalt sätt lämpligt att byggas minst 70 meter från väg där det transporteras farligt gods.

Zonindelning för riskutredning			
Inom 30 meter	30–70 meter	70–150 meter	Över 150 meter
Odlingar	Industrier	Bostäder i högst två plan	Bostäder i mer än två plan
Trafikytor	Mindre handel	Handel	Vård
Parkeringar	Tekniska anläggningar	Mindre samlingslokaler	Kontor
Grönområden	Lager	Mindre kontor	Hotell
		Kultur- och idrottsanläggningar med litet publikområde	Större samlingslokaler
			Kultur- och idrottsanläggningar med större publikområde

Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning, figur återgiven från [2].

Ju kortare skyddsavstånd till transportleden som råder desto mer detaljerad bör riskanalysen vara. Riskanalysen behöver således ta hänsyn till skyddsavstånd, verksamhetstypen som är aktuell samt det förväntade antalet transporter av farligt gods på närliggande transportled.

Då Tännadalens fjällanläggning önskar placera bostäder närmare än 70 meter från farligt gods-led behöver en kvantitativ riskanalys genomföras. I [3] anges det att acceptanskriterier för individ – och samhällsrisk ska väljas enligt Räddningsverkets rapport Värdering av risk (1997) [4].

2.1

Kriterier för riskvärdering

Risk betraktas i denna riskanalys som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens. Med konsekvens avses konsekvenserna av en oönskad händelse eller olägenhet. Med händelsefrekvens avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa.

I denna handling beaktas individ- och samhällsrisker.

Med individrisk menas den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Konsekvensen bedöms utifrån hur en enskild individ kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Med samhällsrisk menas den risk som alla personer i ett område utsätts för och konsekvenserna bedöms utifrån hur många personer som kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Samhällsrisk ökar alltså om personantalet i området ökar.

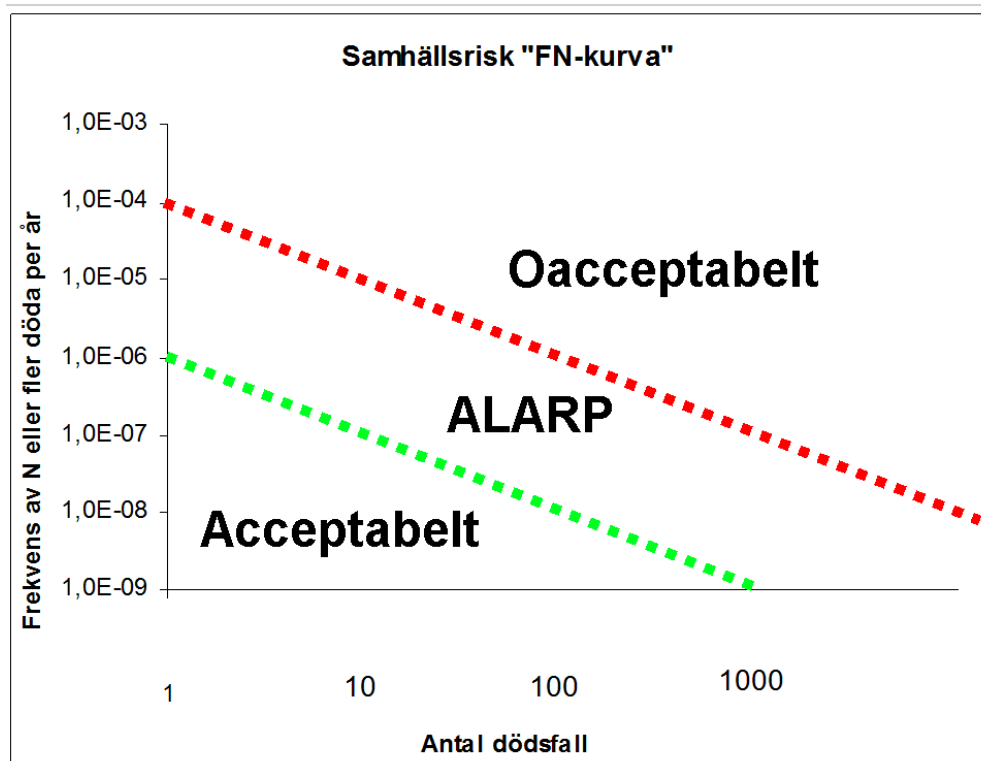
I denna riskanalys värderas risknivåer mot de kriterier som DNV har föreslagit.

2.1.1 Individrisk

Acceptanskriterier för individrisk är 10^{-7} som undre gräns och 10^{-5} som övre gräns enligt DNV. Mellan dessa finns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) där risker kan förebyggas om det anses rimligt, se Figur 2 nedan. Då individrisk utgör den risk som en person i en viss punkt kontinuerligt utsätts för påverkas inte denna parameter av verksamhetstyp.

2.1.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk presenteras ofta i en s.k. "FN-kurva". I "FN-kurvan" redovisas sambandet mellan sannolikheten för att en olycka skall inträffa och antalet omkomna som en konsekvens av denna olycka. Eftersom denna handling endast syftar till att beskriva förhållanden för aktuellt planområde är det formellt sett en typ av "grupprisk" som studeras – i rapporten används endast det generella begreppet samhällsrisk. I Figur 2 nedan presenteras kriterier för riskvärdering enligt DNV.



Figur 2. Acceptanskriterier för samhällsrisk. ALARP-området anger ett intervall inom vilket kostnad/nyttovärdering eller annan optimering bör användas för att sträva efter att ytterligare sänka risknivån. Då samhällsrisk beror på antalet personer inom området som påverkas av en risk så finns en direkt koppling mellan samhällsrisk och typ av verksamhet.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	5 (42)

2.2

Principer för riskvärdering

I [5] anges fyra principer vilka brukar hänvisas till och beaktas vid värdering av risker. Dessa fyra principer förklaras kortfattat nedan.

- **Rimlighetsprincipen**
Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras bör alltid åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen**
Den totala risken från en verksamhet bör stå i proportion mot tillförd nytta.
- **Fördelningsprincipen**
Risker bör vara skäligt fördelade, enskilda personer och grupper ska inte utsättas för oproportionerligt stora risker i relationen till den nytta verksamheten medför för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer**
Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser än i katastrofer med omfattande konsekvenser.

För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till [5].

3 Ämnesklasser och dess konsekvenser

Farligt gods delas in i 9 klasser vilka beskriver på vilket sätt godset är farligt. Klassernas farlighet avgörs med hänsyn till deras uppskattade konsekvensavstånd, vilket medför att det är endast ett fåtal av klasserna som är huvudsakligen intressanta att undersöka.

I Tabell 1 redovisas generella faror med olika kemikalier uppdelat efter dess ADR-/RID-S klass. I tabellen anges även möjliga konsekvenser och de konsekvensavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarliga skadepåverkan på oskyddade människor ur 3:e persons synvinkel [6].

Transportklass (ADR/RID-klass)	Exempel	Dominerande fara				Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Konsekvens- avstånd (meter)
		Explosion	Brand	Förgiftning	Övrig risk		
1. Explosiva ämnen och föremål	Krut, patroner, nitroglycerin, fyrverkeri	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	100 - 1000
			X			Jetflamma - värmestrålning	< 100
2.1. Kondenserad brännbar gas	Propan, gasol	X				Brännbart gasmoln - gasmolnsexplosion	0 - 200
		X				Gasmolnsexplosion	0 - 200
		X				BLEVE	100 - 1000
2.3. Kondenserad giftig gas	Svaveldioxid, ammoniak			X		Gasmoln kan ge toxiska effekter. Ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi påverkar effektområdet.	> 1 000
3. Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel, eldningsoljor, metanol		X			Pölbrand - värmestrålning	< 100
4. Brandfarliga fasta ämnen	Svavel, fosfor, metallpulver		X		X	Brand – värmestrålning. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
5. Oxiderande ämne och organiska peroxider	Väteperoxid		X			Brand - värmestrålning	<100
		X				Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen	100 - 1000
6. Giftiga och smittoförande ämnen	Arsenik-, bly och kvikksilversalter, bekämpningsmedel			X		Toxiska effekter. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
7. Radioaktiva ämnen	Radioaktiva ämnen				X	Strålskada. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
8. Frätande ämnen	Svavelsyra, Natriumhydroxid			X	X	Dödliga konsekvenser begränsas till närområdet. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.	< 100
9. Övriga farliga ämnen	Magnetiska material, asbest, miljöfarligt avfall				X	Hälsorisker. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100

Tabell 1. Generella faror och möjliga konsekvenser med olika klasser av farligt gods [7].

I riskbedömningen kommer endast olyckor i samband med klass 1, 2, 3 och 5 beaktas då dessa är vanligast eller har stora konsekvensområden med hänsyn till personsäkerhet. Övriga klasser bedöms endast ha begränsade konsekvensområden i mycket nära anslutning till riskkällan.

4

Områdesbeskrivning

Området som omfattas av denna analys är kvarter Funäsdalen 16:94, beläget i Funäsdalen.

I Figur 3 nedan visas området som undersöks i riskanalysen.

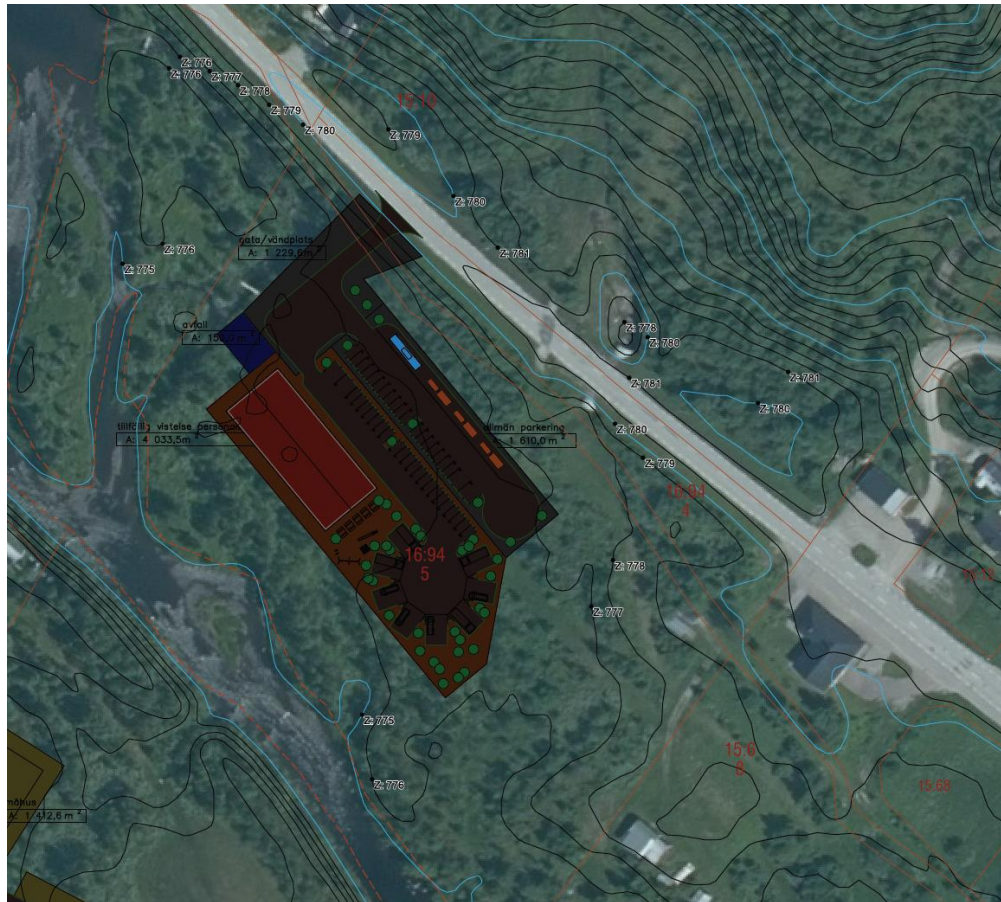


Figur 3 Flygbild över aktuellt område, farligt gods-led markerad i rött.

Avståndet mellan transportled och närmsta planerad byggnad inom detaljplaneområdet uppgår till ca 50 meter. Detaljplaneområdet angränsar till riksväg 84.

Mellan planerad bebyggelse och transportleden planeras parkeringsplatser och dylikt där personer ej förväntas vistas stadigvarande.

I Hamra planeras personalboende i tre plan med total boarea på 4033,5 m², se Figur 4 nedan.



Figur 4. Bild över personalbyggnadens placering, ca 50 meter från vägen.

4.1

Befolkningstäthet

Enligt SCB [8] bor det ca 100 personer i Tänndalen. I egenskap av att vara en fjällanläggning besöks Tänndalen av ett stort antal turister varje år, samt säsongsarbetare.

Under högsäsong är det som mest 4000 besökare till fjällanläggningen, som ligger ca 700 meter från aktuellt område. Under högsäsong kan alla stugor/bostäder i anslutning till området förväntas vara bebodda.

I det aktuella området görs därför en platsspecifik bedömning av personantalet genom att studera en kvadrat med sidan 1 km av aktuellt område, se Figur 5 på nästa sida.



Figur 5 Aktuellt område där befolkningstätheten utreds.

För att vara konservativ antas högsäsong för turistnäringen. Generellt antas 4.5 personer per småhus/stuga, och samma antal per lägenhet i de flerbostadshus som finns inom kvadrat. Personalbyggnaden antas inhysa max 50 personer. Personantal i Hamra livs och ski lodge antas schablonmässigt till 0.5 pers/kvm bruttoarea.

På dagtid förväntas de allra flesta vara i skidbacken eller i längdspåren och därmed utanför kvadraten. Det är således på kvällen innan Hamra livs stänger som man kan förvänta sig som allra mest personer inom området, beräknat till ca 1300 personer/km².

I den omedelbara närheten av riksväg 84 förväntas persontätheten vara betydligt lägre, 100 personer/km² inom 10 meter från vägen.

5 Inledande kvalitativ analys

5.1 Riskidentifiering

Den kvalitativa analysen inleds genom att identifiera eventuella riskkällor i närområdet.

Transportleden för farligt gods löper igenom Hamra, se Figur 3 ovan. På transportleden kan det varje dag förväntas gå flertalet lastbilar som transporterar farligt gods. Olyckor med fordon lastade med farligt gods bedöms utgöra den största risken för området.

Inga farliga verksamheter finns i närområdet eller som har tydliga transportmål via riksväg 84. Fjällanläggningen lagerför små mängder sprängämnen för lavinsprängningar och dylikt, dock försumbara mängder och i brandtekniskt avskilt utrymme.

Följande riskkällor har således identifierats:

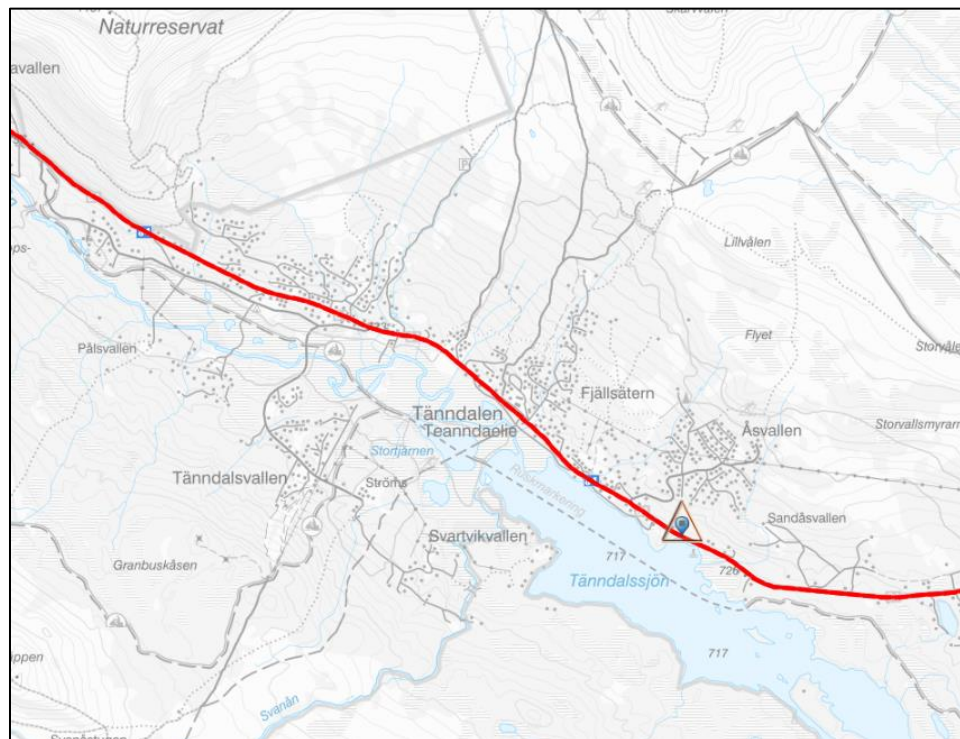
- Transporter av farligt gods på riksväg 84

I nedanstående kapitel görs en översiktlig beskrivning av riskkällan.

5.2 Transporter av farligt gods på riksväg 84.

Hastighetsbegränsningen är 60 km/h på vägen närmst Hamra.

Den närmaste mätpunkten för årsmedeldygnstrafiken är belägen strax öster om Tännaldalen, se Figur 6 nedan.



Figur 6 Mätpunkt av årsmedeldygnstrafik.

Årsmedeldygnstrafiken för vägvsnittet i anslutning till detaljplaneområdet uppgick 2023 till 1590. Av dessa utgjordes 125 fordon per dygn av tunga fordon [9]. Det högsta värdet för antalet lastbilar inom intervallet ansåts samt en uppräknig till trafikprognosen år 2065 genomförs i enlighet med trafikverkets EVA-tal [10], vilket anger den uppskattade ökningen av antal fordonskilometer vid år 2065. Med denna uppräknig fås en ÅDT på 230 st lastbilar på vägen.

Exakt fördelning av ADR klasser på vägen är inte kartlagd. Därmed antas det att fördelningen av klasser på vägen följer riksgenomsnittet som Trafa har sammanställt av totalt antal körda kilometer [11], där ett medelvärde tas mellan år 2015-2021. Ett medelvärde tas från och med år 2015 på grund av att Trafas skattningsmetodik ändrades från föregående år.

Klass	Nationellt (2015-2021) [11] [% av antal körda kilometer]
1	0,7
2	29,8
3	45,3
4	3,2
5	2,2
6	6,0
7	-
8	10,1
9	2,5

Tabell 2. Respektive ADR klass andel i nationell statistik beräknat som medelvärde mellan år 2015-2021 i förhållande till totalt antal körda kilometer.

Andelen lastbilar som transporterar farligt gods av det totala antalet körda kilometer uppgick 2015-2021 till i genomsnitt 3 % [11].

Därmed beräknas antalet tunga farligt godstransporter på riksväg 84 till 7 per dag.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	12 (42)

6

Översiktlig riskbedömning och riskvärdering

Trafikverket har utgivit rekommenderade skyddsavstånd från transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning. Om dessa avstånd följs vid planering av mark anser Trafikverket att en god samhällsplanering uppnås. Se även avsnitt 2.

Planerad bebyggelse är närmare än 70 meter enligt avsnitt 2. Det uppskattas att 7 lastbilar med farligt gods kommer transporteras per dag på riksväg 84 enligt avsnitt 5.2. Inventeringen gjord år 2018 för Jämtlands län indikerar att transporterna av farligt gods främst består av brandfarliga vätskor och gaser, men även till exempel oxiderande och frätande ämnen.

Eftersom information om transporterade ämnen samt antalet transporter är begränsad finns osäkerheter kopplade till denna analys. Utöver osäkerheter om vilka mängder, antal transporter samt fördelning av farliga ämnen som råder i dagsläget kan dessa förändras i framtiden baserat på bland annat utveckling av verksamheter som industrier, nya riktlinjer, övriga bestämmelser och samhällsplaneringsbeslut.

De korta skyddsavstånden som råder i detta fall medför att en fördjupad kvantitativ riskanalys genomförs. Det är alltså inte på förhand, innan risken har kvantifierats vidare, lämpligt att värdera risken och ange rekommendationer utifrån detta.

Den fördjupade kvantitativa riskanalysen behöver uppskatta både individ- och samhällsrisknivåer för att skapa underlag och möjliggöra en riktig värdering av riskerna.

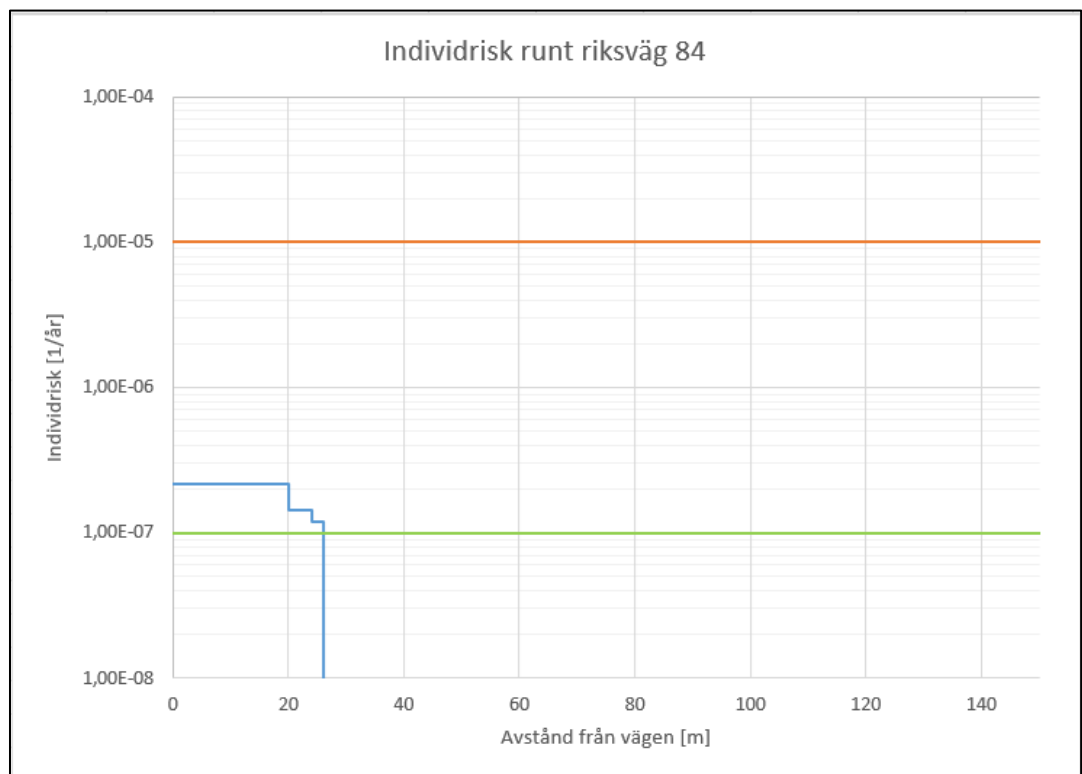
Den fördjupade kvantitativa riskanalysen redovisas i nästföljande kapitel.

7 Kvantitativ riskanalys

I detta kapitel redovisas den fördjupade kvantitativa analysen som genomförts för transporter av farligt gods på riksväg 84. Här redovisas i huvudsak resultat för att underlätta för läsaren, antaganden och underlag för beräkningar redovisas i sin helhet i Bilaga A, Bilaga B och Bilaga C.

7.1 Resultat individrisk

I Figur 7 nedan redovisas beräknad individrisk som funktion av avstånd från riksväg 84. För jämförelse innebär individrisken 10^{-5} att sannolikheten att omkomma är 1 på 100 000 år och individrisken 10^{-7} att sannolikheten att omkomma är 1 på 10 000 000 år. Kriterier för riskvärdering har även förklarats i avsnitt 2.1.

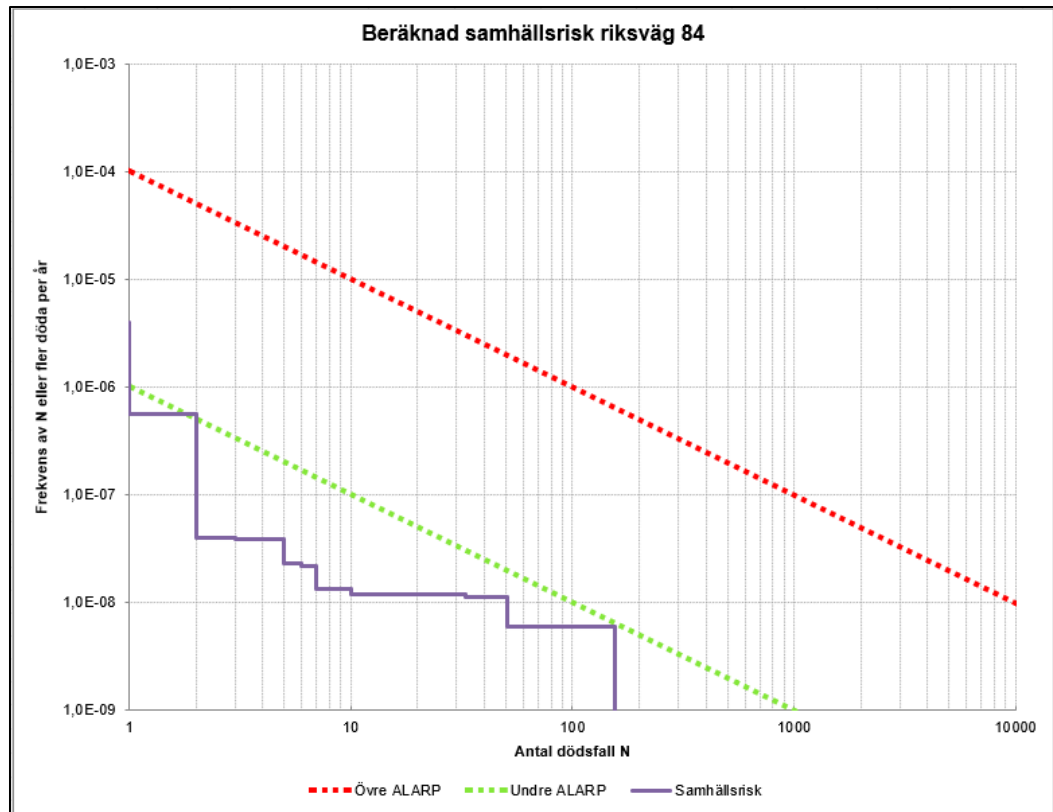


Figur 7 Beräknad individrisk som funktion av avstånd från transportleden. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Det kan noteras att individrisken för området ligger i nedre delen mellan det övre och undre acceptanskriteriet upp till 24 meters avstånd, för att sedan sjunka under det lägre, det vill säga utgöra acceptabel risk utan åtgärder.

7.2 Resultat samhällsrisk

I Figur 8 nedan redovisas beräknad samhällsrisk för transporter på vägen. Beräkning har genomförts för 734 lastbilar per dag där i genomsnitt 3 % lastats med farligt gods fördelat enligt tidigare angiven tabell. Beräkningarna bygger på en enkel modell med en genomsnittlig befolkningstäthet, något skyddsavstånd eller andra riskreducerande åtgärder har inte inkluderats då kurvan tagits fram. På grund av detta kan kurvan tolkas som en uppskattning av hur stor samhällsrisk kan förväntas vara om bebyggelse hade genomförts intill vägen utan några skyddsavstånd eller andra åtgärder. I avsnitt 7.3 nedan undersöks istället hur samhällsrisk ser ut om bebyggelse planläggs med riskhänsyn och riskreducerande åtgärder.



Figur 8 Beräknad samhällsrisk runt transportleden.

7.3

Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter. Osäkerheter kan bland annat härledas till modellosäkerheter och parametersäkerheter. Frekvens- och konsekvensberäkningarna i denna analys är baserade på en rad förenklingar, antaganden och underlag som medför osäkerheter. Resultaten och beräknade risknivåer ska därför ses som uppskattningar och inte exakta resultat. För att minska osäkerheter som leder till underskattningar av beräknade risknivåer har konservativa antaganden gjorts då begränsat med information funnits.

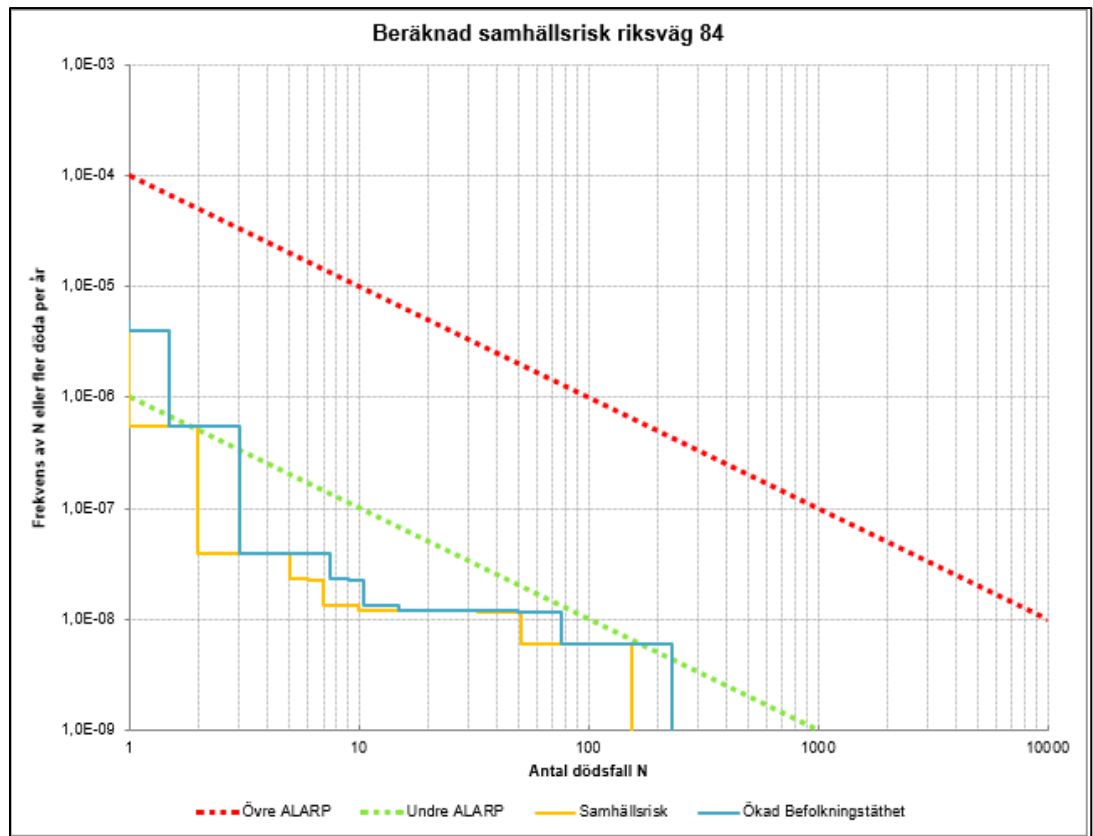
Känslighetsanalys görs för att utvärdera hur risknivåerna påverkas av en större befolkningstäthet respektive om antalet transporter av farligt gods ökar.

7.3.1

Ökad befolkningstäthet

En förtätning av området medför att persontätheten ökar intill riksväg 84. För att undersöka hur samhällsrisk påverkas av en ökad befolkningstäthet utförs beräkningarna även för en 50 % större befolkningstäthet (1950 personer/km²). Precis som i avsnitt 7.2 (figur 8) ska kurvorna tolkas som en uppskattning av hur stor samhällsrisk kan förväntas vara med en ökad befolkningstäthet intill vägen utan några skyddsavstånd eller andra åtgärder.

Resultat för beräknad samhällsrisk med åtgärder återges även nedan i avsnitt 7.3.2 (Figur 9).

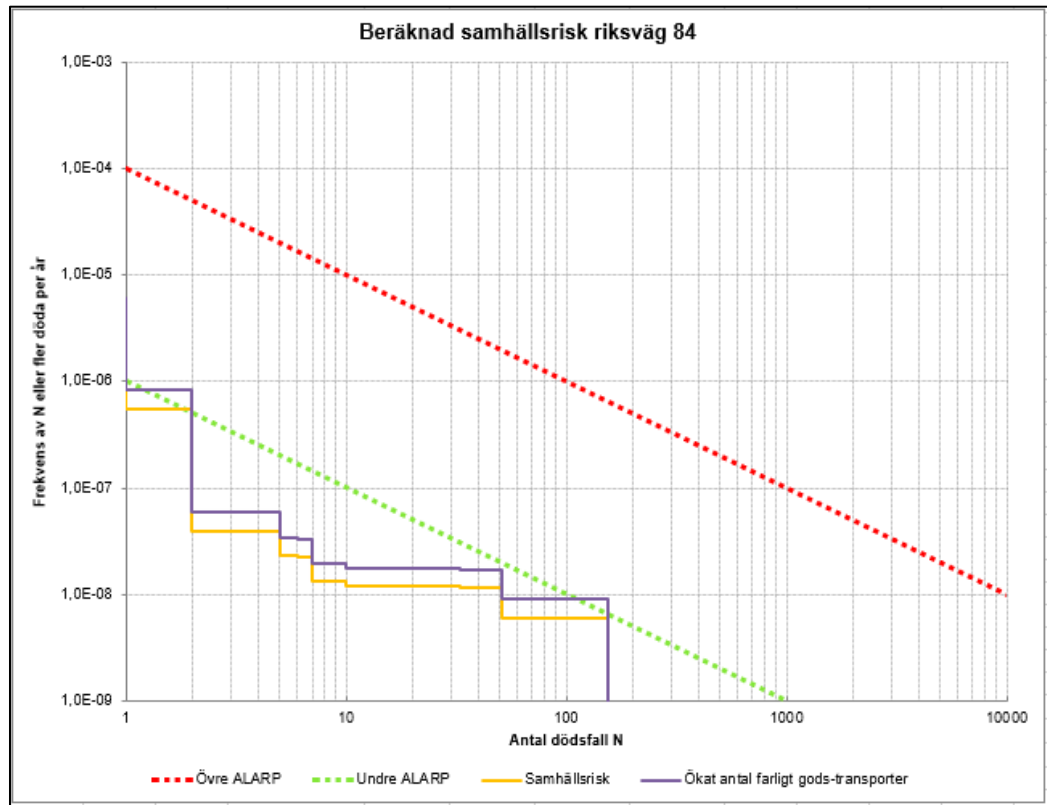


Figur 9. Beräknad samhällsrisk med 50 % ökad befolkningstäthet runt transportleden.

7.3.2

Ökat antal transporter med farligt gods

En av osäkerheterna i rapporten är antalet transporter som förväntas ske på vägen. För att undersöka hur antalet transporter påverkar riskbilden på området görs nya beräkningar där antalet transporter av farligt gods ökas med 50 % gentemot det förväntade värdet (7 lastbilar med farligt gods per dygn), vilket motsvarar 11 per dygn. Se Figur 10 på följande sida.



Figur 10. Beräknad samhällsrisk med 50 % fler transporter med farligt gods per dag.

Figur 9 och 10 visar på att samhällsrisk är högre om befolkningstätheten eller antalet transporter av farligt gods ökar, men risknivån befinner sig fortfarande inom ALARP-området.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	17 (42)

8 Riskreducerande åtgärder

Eftersom individrisk per definition utgör sannolikheten att omkomma för genomsnittlig person som vistas utomhus i en given punkt under ett års tid påverkas inte beräknad individrisk av riskreducerande åtgärder. Däremot motiverar en hög individrisk att åtgärder vidtas för att bebyggelse ska accepteras.

Säkerhetspartner utförde en riskanalys längs riksväg 84 inne i Funäsdalen 2022 [12], där man kom fram till att risknivåerna var så låga att inga riskreducerande åtgärder krävdes.

I föreliggande projekt ligger risken inledningsvis inom ALARP-området, vilket motiverar till åtgärd. Individrisken är hög inom 24 meter från riksväg 84, och samhällsriskerna ligger inledningsvis inom ALARP-området till stor del på grund av förväntade olyckor med brandfarlig vätska. Dessa olyckor karaktäriseras av korta konsekvensavstånd (20-30 meter) vilket tillsammans med samhällsriskerna indikerar att riskreducerande åtgärder är tillämpliga inom detta avstånd från vägen.

Eftersom själva byggnaden planeras att placeras längre bort än 30 meter är inga riskreducerande åtgärder kopplade till byggnaden motiverade. Däremot är det lämpligt att **inte** uppmuntra till stadigvarande vistelse inom 24 meter från riksväg 84.

Denna åtgärd förväntas reducera risken för att en olycka med brandfarlig vätska orsakar skada på tredje man, och således sänka samhällsriskerna.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	18 (42)

9

Riskvärdering

Individrisken för området beräknas ligga inom ALARP-området (dvs. mellan 10^{-7} och 10^{-5}). Därmed ska tekniskt och ekonomiskt skäliga åtgärder vidtas för att sänka risknivån ytterligare.

I föregående kapitel nämndes att en tidigare riskanalys längs vägen har utförts [12] och kommit fram till att inga riskreducerande åtgärder krävdes då både individ- och samhällsrisk låg under ALARP-området. I denna rapport beräknas risknivåerna bli lite högre, och det beror dels på att hastighetsbegränsningen är högre på aktuell vägsträcka vilket leder till större konsekvenser vid en olycka, samt att denna rapport har tagit höjd för trafikprognoser vilket leder till högre frekvens av farligt gods-transporter.

Risken föreligger främst i vägens omedelbara närhet, och eftersom byggnaden planeras på behörigt avstånd krävs inga riskreducerande åtgärder kopplat till byggnadsverket.

Med föreslagen riskreducerande åtgärd, att ytan som tillhör fastigheten närmast vägen inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse, bedöms risknivåerna vara acceptabla på området.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	19 (42)

10 Rekommendationer och åtgärder

Med hänsyn till fastighetens nära placering till riksväg 84 rekommenderar FireTech Engineering AB att planläggningen ska uppfylla följande krav.

Inom 24 meter från riksväg 84 ska ytan inte uppmuntra till stadigvarande vistelse. Detta innebär att det får förläggas verksamhet som är tillfällig vistelse, så som parkering, grönytor osv, men inte exempelvis uteplatser.

Med ovanstående åtgärd bedömer FireTech Engineering AB att personsäkerheten är acceptabel för personer som befinner sig i aktuell byggnad och fastighet utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

11 Slutsats

FireTech Engineering AB anser att om de rekommendationer som redovisats i kapitel 10 beaktas har skäliga åtgärder vidtagits för att begränsa riskerna till följd av transporter av farligt gods på riksväg 84.

Malmö 2024-01-22
FireTech Engineering AB

Granskad av:

Max Myrhede, Brandingenjör &
Civilingenjör riskhantering

Oscar Mårtensson, Brandingenjör &
Civilingenjör riskhantering

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	20 (42)

Referenser

- [1] Trafikverket, "Transporter av farligt gods i samhällsplaneringen," [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Sakerhet-och-konflikter/Transporter-av-farligt-gods/>.
- [2] L. J. län, "Riktlinjer för riskbedömning inom fysisk planering i Jämtlands län," Länsstyrelsen Jämtlands län, Östersund, 2023.
- [3] Länsstyrelsen Stockholm, Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4.
- [4] Statens räddningsverk, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [5] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [6] Försvarets Forskningsanstalt, Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor för bedömning av risker, 1998.
- [7] Försvarets Forskningsanstalt, "Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen," Försvarets Forskningsanstalt, 1995.
- [8] SCB, "Statistiska småorter 2020, befolkning, landareal befolkningstäthet per småort," SCB, Stockholm, 2020.
- [9] Trafikverket, "Välkommen till Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>.
- [10] Trafikverket, *Trafikuppräkningsstal för EVA 2017-2040-2065*, 2020.
- [11] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020 Swedish national and international road goods transport," 2020.
- [12] Säkerhetspartner Norden AB, "Riskutredning för detaljplan Funäsdalen," Säkerhetspartner Norden, 2022.
- [13] P. Olsson, "Vägtransport av farligt gods - beräkningsmodell för olycksfrekvens," Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [14] Trafikverket, "Bygg om eller bygg nytt - Kapitel 6 Trafiksäkerhet," Trafikverket, 2021.
- [15] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Statens räddningsverk, 1996, 1996.
- [16] ØSA, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen," Øresund Safety Advisers AB, 2004.
- [17] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter," 2006.
- [18] F. Rådne, "Transport av explosivt gods - Känner vi till riskerna?," Lunds universitet, Lunds tekniska högskola, Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [19] RIVM, "Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 - Introduction," National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, 2009.
- [20] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Bilaga 2)," 1997.
- [21] RIVM, "PGS 3 - Guidelines for quantitative risk assessment - 'Purple book'," 2005.
- [22] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. T. L. Runn och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och och giftiga gaser och vätskor," Försvarets Forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [23] Karlsson, H. T., Processriskanalys, Lund: Lunds tekniska högskola, 2012.
- [24] EPA, "ALOHA User's Manual," U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 2007.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	21 (42)

- [25] NOAA, "ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 - Technical Documentation," National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Seattle, Washington, 2013.
- [26] N. Sohrab och J. Hannah, "Utsläpp och spridning av giftiga gaser," Intressentföreningen för processäkerhet, 2009.
- [27] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar," Lund University, Lund, 1992.
- [28] C. Alfredsson och C.-H. Carlsson, "Räddningstjänst och miljö," Räddningsverket, 2006.
- [29] Energigas Sverige, "Åtgärder vid nödsituationer under transporter av flytande metan (LNG och LBG) - Tankbil och Tankcontainer," Energigas Sverige, Stockholm, 2011.
- [30] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2018," Trafikverket, 2018.
- [31] Kriskonsulterna AB, "Kartläggning av transporter med farligt gods i Jämtlands län," Länsstyrelsen Jämtlands län, Östersund, 2018.
- [32] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [33] Sveriges Kommuner och Landsting, "Transporter av farligt gods - handbok för kommunernas planering," 2012.
- [34] Försvarets forskningsanstalt (FOA), Vådaotsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker, Avdelningen för NBC-skydd, 1997.
- [35] Trafikverket, "NVDB på webb," 2021. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	22 (42)

Bilaga A Frekvens och sannolikhetsberäkning

I denna bilaga redovisas sannolikhets- och frekvensberäkningar för de händelser som definierats och identifierats. Frekvens och sannolikhetsberäkningarna omfattar utsläpp av farligt gods på väg som kan ge upphov till personskador. Långsiktiga hälsoskador och miljörisker beaktas ej.

A.1 Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods på väg

Sannolikhet för att ett utsläpp av farligt gods sker på riksväg 84 är till stor del beroende av risken att en trafikolycka uppstår – antingen som singelolycka vid transport eller i samband med korsningar. Antalet förväntade trafikolyckor per år uppskattas med Olssons modell [13], vilken är en version av Trafikverkets trafikolycksmodell men vilken är anpassad för just transporter av farligt gods med lastbil.

Modellen för att uppskatta antalet trafikolyckor för farligt gods transporter med lastbil per år av Olsson [13] presenteras nedan:

$$\lambda = L \cdot O_{anpassad} \cdot P \cdot \dot{A}DT_{tung\ lastbil} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

där

λ = uppskattat antal olyckor (år⁻¹)

L = vägsträckans längd (km)

$O_{anpassad}$ = olyckskvot från föreslagen modell (miljonfordonskm⁻¹·år⁻¹)

P = andel tunga transporter med farligt gods av tunga lastbilar

$\dot{A}DT_{tung\ lastbil}$ = årsmedeldygnstrafik för tunga lastbilar

Det är i den anpassade olyckskvoten som modellen har tagit hänsyn till specifikt transporter av farligt gods. Detta görs till exempel genom att beakta att trafikolyckor med farligt gods inte behöver leda till personskador för att risk för utsläpp av godset ska föreligga, utan att olyckor bör även inkludera sådana som endast leder till egendomsskador. Den anpassade olyckskvoten beräknas enligt nedanstående ekvation:

$$O_{anpassad} = PO_k \cdot \left(EG_p \cdot BF_{EG} + \frac{DF \cdot SF}{DO} + \left(1 - \frac{DF \cdot SF}{DO} \right) BF_{SS/LS} \right) \cdot U_{LB} \cdot K_{TA}$$

där

$O_{anpassad}$ = anpassad olyckskvot för olyckor med personskada eller egendomsskada (miljonfordonskm⁻¹·år⁻¹)

PO_k = personskadeolyckskvot (miljonaxelparkm⁻¹·år⁻¹)

EG_p = egendomsskadepåslag

BF_{EG} = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av egendomsskador (1 [13])

DF = dödsfölj, andel döda av skadade personer

SF = skadefölj, antal skadade personer per olycka

DO = uppskattat antal döda personer per dödsolycka (1,12 enligt [13])

$BF_{SS/LS}$ = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av svårt skadade och lindrigt skadade (1,5 inom tätort, 1,7 i övriga vägmiljöer [13])

U_{LB} = uppräkningsfaktor för högre olycksbenägenhet hos tunga transporter med farligt gods

K_{TA} = faktor för konvertering av trafikarbete från axelparkilometer till fordonskilometer



Figur 11. Bild över undersökt område samt sträcka av transportled.

I beräkningarna förutsätts trafikmiljön runt vägsträckan karakteriseras enligt nedan:

- Vaghållare: Statlig med en bredd som varierar mellan >13 meter till 7 med en medelbredd på ca 10 meter.
- Vägmiljötyp: Landsbygd
- Antal körfält: 2
- Hastighetsgräns: 60 km/h.

Med data från Tabell 6-12 till Tabell 6-17 i Trafikverkets rapport "Bygg om eller bygg nytt" [14] fås en anpassad olyckskvot mellan motorfordon (samt inkluderat singelolyckor) med hänsyn till vägkorsningar (upp till tre statliga vägben) enligt [13]:

$$O_{anpassad} = 0,111 \left(2,03 \cdot 1,0 + \frac{1,59 \cdot 1,2}{1,12} + \left(1 - \frac{1,59 \cdot 1,2}{1,12} \right) \cdot 1,7 \right) \cdot 1,5 \cdot 1,09 = 0,4605$$

Med antagandet att totalt 734 antal lastbilar nyttjar vägsträckan per dygn enligt avsnitt 5.2, att medelvärdet av andelen tunga farligt gods transporter uppgår till 3 % enligt nationell statistik från 2015-2021 fås följande olycksfrekvens för farligt gods enligt modellen:

$$\lambda = 1,0 \cdot O_{anpassad} \cdot 3 \% \cdot \dot{A}DT_{tung lastbil} \cdot 10^{-6} \cdot 365 = 0,0012$$

För att uppskatta hur många av dessa olyckor som leder till att godset läcker ut och därmed att risker för följdkonsekvenser uppstår används VTI-modellen [15]. I VTI-modellen beskrivs denna sannolikhet med ett index. Detta index tar hänsyn till att sannolikheten för utsläpp ökar exponentiellt med en ökad fordons hastighet. Vägen karaktäriseras enligt VTI-modellen till följande:

- Bebyggelsemiljö: Landsbygd
- Hastighetsgräns: 60 km/h (värden tas för 70 km/h för att vara konservativ).

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	24 (42)

- Gatu/vägartyp: Trafikled

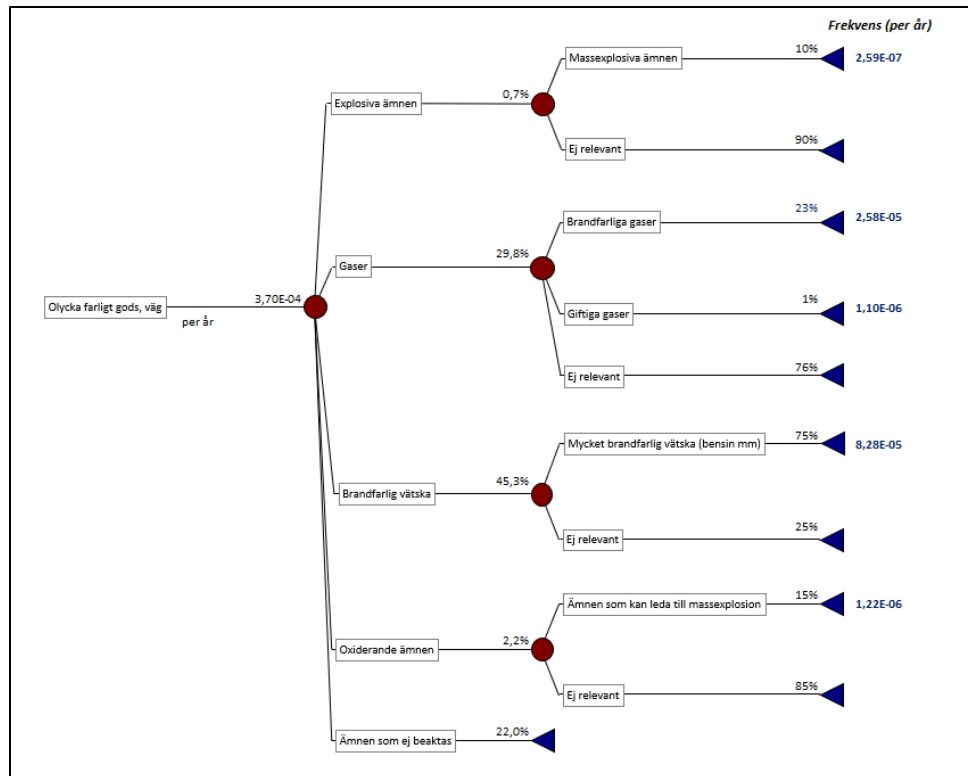
För vägsträckan med ovanstående trafikmiljö fås ett index på 0,10 enligt Tabell 2.2 [15]. Således bedöms sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av en trafikolycka vara 15 %.

Sammanlagt ger detta en sannolikhet för utsläpp av farligt gods till följd av trafikolycka på vägsträckan på 3,7E-4 per år.

Vid beräkningarna antas en fördelning av klasser av farligt gods enligt medelvärden av statistik över farligt gods transporter mellan 2015–2021, se Tabell 1. Enligt resonemang under kapitel 3 är det endast olyckor i samband med klass 1, 2, 3 och 5 som kommer beaktas i beräkningarna. Inom respektive av dessa ADR klasser finns ämnen som har särskild risk för stora konsekvenser i samband med olycka och utsläpp enligt nedan:

- ADR klass 1: massexplosiva ämnen
- ADR klass 2: brännbara eller giftiga gaser
- ADR klass 3: mycket brandfarliga vätskor
- ADR klass 5: oxiderande ämnen där risk för kraftiga brand- och explosionsförlopp föreligger

Andelen brännbara eller giftiga gaser som transporteras inom klass 2 uppskattas enligt [17], där transporterad godsmängd antas vara proportionell mot andelen transporter av gaser. Detta förutsätter att det är ungefär lika stora mängder gas som transporteras i respektive underklass. Övriga ämnen inom ovanstående klasser bedöms ej vara relevanta i analysen. Med förutsättningarna ovan fås en fördelning avseende trafikolycka som leder till utsläpp av respektive klass och deras underklasser enligt Figur 12. Antagen fördelning av ämnen som transporteras på väg samt frekvenser för olycka med respektive ämne. Se Figur 12 nedan.



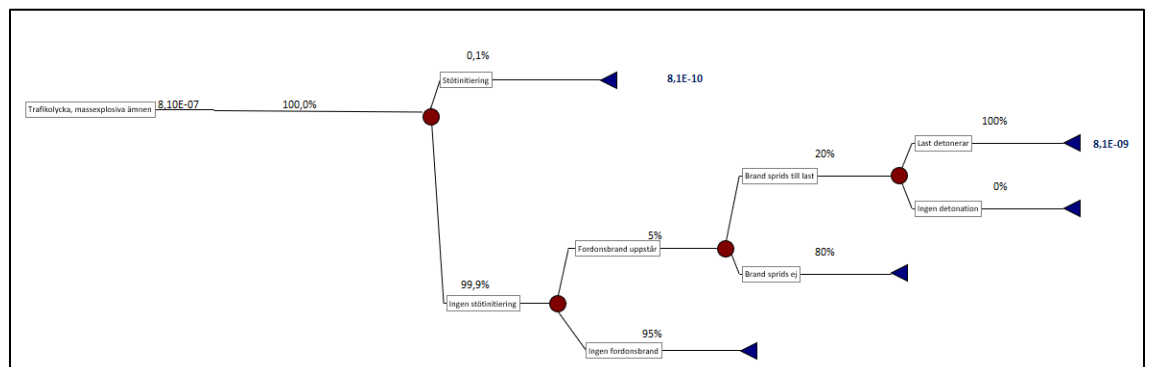
Figur 12 Antagen fördelning av ämnen som transporteras på väg samt frekvenser för olycka med respektive ämne.

A.1.1 ADR klass 1 – Explosiva ämnen

Två typer av konsekvenser vid olycka med explosiva ämnen undersöks: stötinitiering och detonation på grund av fordonsbrand – beroende på hur olyckan sker.

Tester som utförts har visat att masseexplosiva ämnen är mycket okänsliga för stötar [18]. Således har sannolikheten för att en stöt ska initiera en explosion ansatts till 0,1 % [18]. Sannolikhet för fordonsbrand i samband med en trafikolycka ansatts till cirka 5 % [18]. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 40 % av fallen [18]. Om branden sprids till lasten antas detta alltid leda till en explosion.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur 13. Händelsetråd för explosiva ämnen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.2

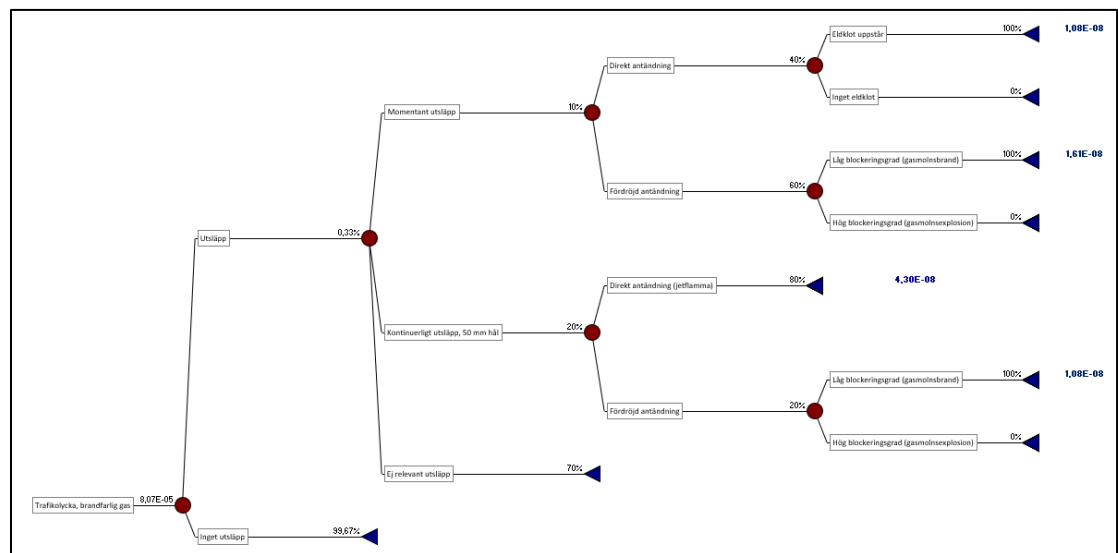
ADR klass 2.1 - Brandfarliga gaser

Fyra typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas undersöks: eldklot, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion och jetflamma – beroende på hur utsläppet sker.

Brännbara gaser transporteras vanligtvis tryck- eller kylkondenserade i tjockväggiga kärl och tankar med hög hållfasthet. En trafikolycka kan därför medföra ett utsläpp av hela tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut och bildar ett gasmoln) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter, i enlighet med nationella riktlinjer för kvantitativa riskanalyser i Nederländerna [19]. I VTI-handboken anges att tjockväggiga tankar kan antas ha en sannolikhet för utsläpp som är 30 gånger lägre än index, vilket gäller för tunnväggiga tankar.

Beroende på omgivningens utformning där ett utsläpp av brandfarlig gas sprids över finns risk att en gasmolnsexplosion uppstår vid antändning. Detta är primärt en risk vid antändning i områden med hög blockeringsgrad, vilka kännetecknas av till exempel processindustrier med stora mängder rör och installationer eller mycket täta skogar. Kring det aktuella området bedöms ingen hög blockeringsgrad föreligga varmed inga gasmolnsexplosioner sker.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur 14. Händelse-träd för brandfarlig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelse-trädet (per år).

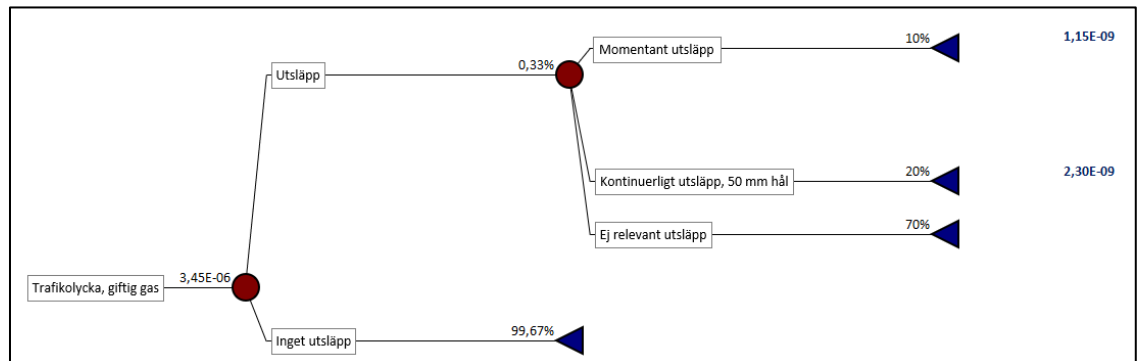
A.1.3

ADR klass 2.3 - Giftiga gaser

Två typer av konsekvenser vid utsläpp av giftig gas undersöks: ett stort gasmoln eller en kontinuerlig plym av giftig gas, som båda transporteras med vinden och sprids över närområdet.

Giftiga gaser transporteras normalt tryckkondenserade, vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut och bildar ett gasmoln) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter, i enlighet med nationella riktlinjer för kvantitativa riskanalyser i Nederländerna [19]. I VTI-handboken anges att tjockväggiga tankar kan antas ha en sannolikhet för utsläpp som är 30 gånger lägre än index, vilket gäller för tunnväggiga tankar.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur 15. Händelseträd för giftig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.4

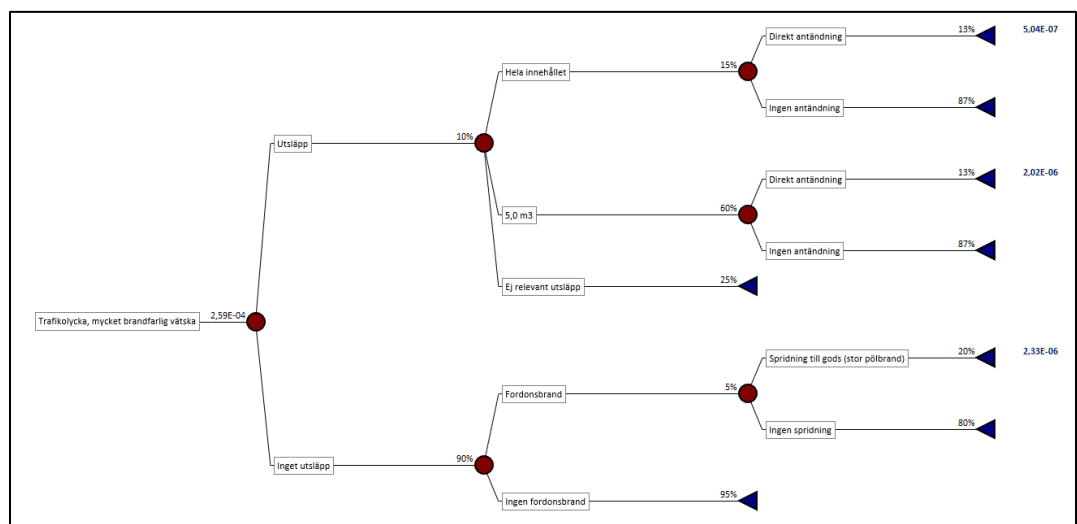
ADR klass 3 - Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor är det endast pölbränder till följd av utsläpp av vätska som undersöks. Om tankbilen utsätts för en extern brand finns en risk att en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) uppstår, men i enlighet med [19] inkluderas detta ej i analysen på grund av dess låga sannolikhet.

Brandfarliga vätskor transporteras normalt i tunnväggiga kärl. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter, i enlighet med nationella riktlinjer för kvantitativa riskanalyser i Nederländerna [19]. Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [15]. Sannolikhet för direkt antändning ansätts enligt [19].

Sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand ansätts till 5 % enligt tidigare resonemang. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur 16. Händelseträd för brandfarlig vätska. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år).

A.1.5

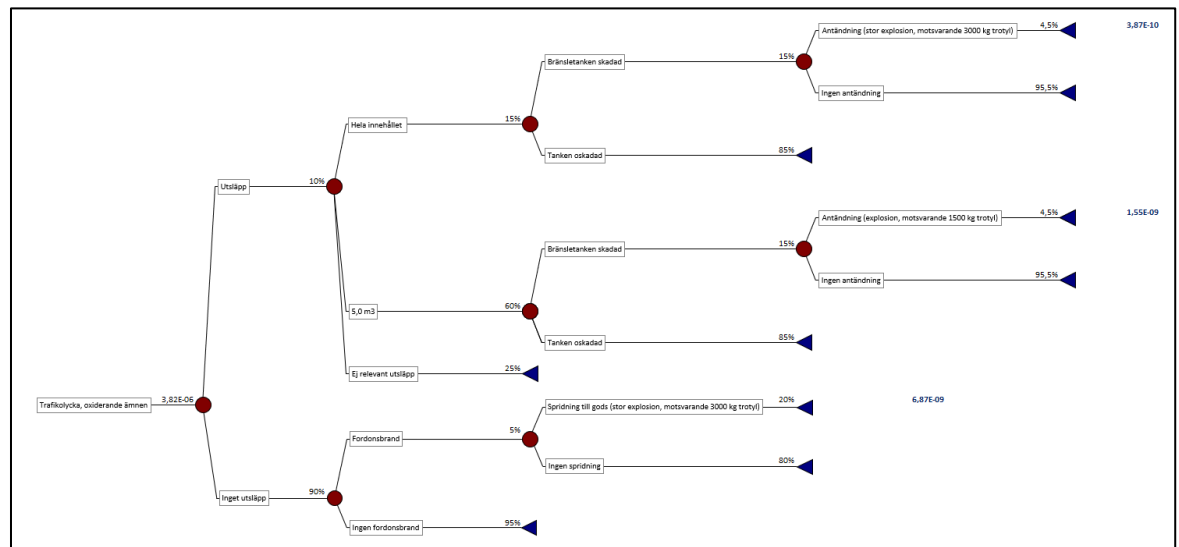
ADR klass 5 - Oxiderande ämnen

För vissa oxiderande ämnen finns det risk att ett explosionsartat förlopp uppstår om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material (som till exempel lastbilens egna drivmedel som läckt ut i samband med trafikolyckan).

Oxiderande ämnen transporteras normalt i tunnväggiga kärl. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [19]. Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [15]. Sannolikhet för att fordonets bränsletank skadas i samband med trafikolyckan uppskattas till 15 % enligt [20]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [19].

Sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand ansätts till 5 % enligt tidigare resonemang. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur 17 Händelseträd för oxiderande ämnen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdets (per år).

A.1.6

Scenarier för konsekvensberäkningar

Nedan redovisas de scenarier med tillhörande frekvenser som används för konsekvensberäkningar.

Typ av olycka/ämne	Scenario	Benämning	Frekvens	Kommentar
Explosiva ämnen	Detonation, stötinitiering	A1	$8,1 \cdot 10^{-10}$	
Explosiva ämnen	Detonation, fordonsbrand	A2	$8,1 \cdot 10^{-9}$	
Brandfarlig gas	Momentant, eldklot	B1	$1,1 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig gas	Momentant, gasmolnsbrand	B2	$1,6 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig gas	Kontinuerligt, jetflamma	B3	$4,3 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig gas	Kontinuerligt, gasmolnsbrand	B4	$1,1 \cdot 10^{-8}$	
Giftig gas	Momentant utsläpp	C1	$1,1 \cdot 10^{-9}$	
Giftig gas	kontinuerligt utsläpp	C2	$2,3 \cdot 10^{-9}$	
Brandfarlig vätska	Stor pölbrand	D1	$5 \cdot 10^{-7}$	
Brandfarlig vätska	Medel pölbrand	D2	$2,0 \cdot 10^{-6}$	
Brandfarlig vätska	Fordonsbrand (stor pölbrand)	D3	$2,3 \cdot 10^{-6}$	
Oxiderande ämne	Stor explosion	E1	$3,9 \cdot 10^{-10}$	
Oxiderande ämne	Explosion	E2	$1,5 \cdot 10^{-9}$	
Oxiderande ämne	Fordonsbrand (Stor explosion)	E3	$6,9 \cdot 10^{-9}$	

Tabell 3. Olycksscenarier som undersöks i den kvantitativa riskanalysen.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	30 (42)

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

I denna bilaga redovisas beräkningar av konsekvenserna för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A.

B.1 Allmänt

För att kunna fastställa och värdera individ- och samhällsrisk behöver det uppskattas konsekvenser för identifierade skadehändelser.

Uppskattningar av konsekvensavstånd görs med beräkningsprogramvara, handberäkningsmodeller och förenklade antaganden.

Med konsekvensavstånd menas det avstånd där 50 % dödlighet nås. I beräkningarna görs en diskret indelning där 100 % inom detta avstånd antas omkomma och att 100 % utanför detta område överlever. I verkligheten kommer vissa individer att överleva inom detta avstånd, medan andra omkommer bortom detta avstånd.

Således behövs det bestämmas skadekriterier där 50 % dödlighet förväntas uppnås beroende på skadeutfall.

B.1.1 Skadekriterier

De skadeutfall som kan inträffa till följd av de identifierade skadehändelserna i Bilaga A är:

- Brännskador
- Tryckskador
- Förgiftning

Sannolikheten för dödsfall till följd av brännskador uppskattas med hjälp av probitberäkningar. Med hjälp av dessa kan det bestämmas vid vilken infallande strålning och exponeringstid som leder till sådana brännskador där 50 % förväntas omkomma. Sambandet har tagits från Purple Book [21] och presenteras nedan:

$$Pr = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(Q^{4/3} \cdot t)$$

där

$Q^{4/3}$ = den infallande strålningen på ett visst avstånd (W/m^2)

t = exponeringstiden för ovanstående strålning (s)

I enlighet med [21] antas exponeringstiden maximalt uppgå till 20 sekunder, efter det förväntas personer hunnit ta sig till säkerhet. Med en maximal exponeringstid på 20 sekunder fås att 50 % förväntas omkomma vid en infallande strålning på cirka 20 kW/m^2 . Kläder antas ha en skyddande effekt mot den infallande strålningen [21], vilket beaktas i samhällsriskberäkningarna under Bilaga C enligt [19].

Sannolikheten för dödsfall till följd av tryckskador uppskattas med hjälp av Tabell 4 nedan [22]. Ett infallande tryck på 260 kPa anges vara dödligt i 50 % av fallen. Eftersom personer också kan omkomma till följd av indirekta skador så som skallfrakturer då personer kastas utav tryckvågen eller på grund av splitter och fallande byggnadsdelar används dock gränsen 210 kPa (motsvarar 10 % döda) för att bestämma konsekvensområde.

Tabell 4 Infallande tryck i kPa som följd av explosion och skadegrad på människor

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1 % döda)	180
10 % döda	210
50 % döda	260
90 % döda	300
99 % döda	350

Det anges i [23] att ett övertryck motsvarande 0,2 atmosfärer innebär risk för allvarliga skador på byggnader. Med anledning av detta görs antagandet att 1/3 av byggnader som påverkas av ett övertryck motsvarande 20 kPa skadas betydande och att 1/3 av personerna som befinner sig i byggnader omkommer.

Uppskattning av dödlighet i samband med förgiftning vid utsläpp av giftiga gaser görs med hjälp av så kallade AEGL-3 värden samt en given exponeringstid på 60 minuter. AEGL-systemet är framtaget av den amerikanska miljövardmyndigheten Environmental Protection Agency (EPA).

B.1.2

Programvara för konsekvensberäkningar

För att utföra konsekvensuppskattningar till följd av ett utsläpp av farligt gods används version 5.4.7 av beräkningsprogramvaran ALOHA (Areal Locations Of Hazardous Atmospheres) där så är möjligt. Denna version är utgiven i september 2016. ALOHA är avsett för att modellera utsläpp, spridning och konsekvenser av farliga ämnen och är utvecklat tillsammans av de amerikanska myndigheterna NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) och EPA.

ALOHA utvecklades från början främst för syftet att användas av räddningstjänst men har med tiden utvecklats till att bli ett verktyg som också används för samhällsplanerings- och akademiska ändamål [24].

Ett antal begränsningar finns i ALOHA. [24] [25]

- Ingen vind eller mycket låg vindhastighet innebär att beräkningsresultatet blir otillförlitligt.
- Vindhastighetens variation med höjden beaktas, men i övrigt görs antaganden att inmatad vindhastighet gäller för hela området som påverkas av utsläppet.
- Mycket stabila atmosfäriska villkor kan leda till att utsläppet knappast alls späds ut i luften vilket kan ge mycket höga koncentrationer långt från utsläppskällan. Detta kan inte modelleras i ALOHA.
- Virvlar (eng. "eddies") i atmosfären vilka är större än utsläppsplymen kommer orsaka ett slingrande utseende i tid och rum hos plymen, i ALOHA beaktas inte detta utan koncentrationer beräknas som tidsmedelvärden under flera minuter.
- Byggnader och topologi i omgivningen påverkar hur utsläppet rör sig, detta förenklas genom att en ytråhet för omgivningen ansätts, se Kapitel B.2.

Begränsningarna redogjorda för ovan är typiska för sådana här sortens av beräkningsprogram. Fördelarna med dem är att det går snabbt att utföra

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	32 (42)

beräkningar vilket medger möjlighet att utvärdera ett stort antal scenarier och variationer hos påverkande parametrar. [26]

Två modeller för spridning i luft är inkluderade i ALOHA: en gaussisk modell och en tunggasmodell. För en mer detaljerad redogörelse för spridningsmodeller och spridning i luft hänvisas till [22], [27] och [24] - [28].

B.2

Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA

ALOHA beaktar en rad parametrar som påverkar spridningen av ett utsläpp. Nedan redogörs kortfattat för dessa parametrar och hur dessa beaktas i beräkningarna i denna riskanalys. Redogörelsen bygger på [24] och [25] där inget annat anges.

- Vindhastighet och vindriktning**
 Vindhastigheten påverkar hur snabbt ett utsläpp transporteras i vindriktningen och hur mycket det sprids ut vertikalt och späds ut. I beräkningarna används 10 meter som referenshöjd för vindhastigheten eftersom det är denna höjd mätningarna är gjorda för.
- Ytråhet**
 Hur landskapet där utsläppet sker ser ut påverkar turbulens och inblandning av luft och därmed utspädning av utsläppet. Till exempel om landskapet förväntas vara helt öppet kan höga koncentrationer av utsläppet förväntas på längre avstånd från källan, än om spridning sker över en tätort.
- Molnighet**
 ALOHA använder molnigheten (anges i tiotal procent) för att uppskatta infallande solstrålning. En hög molnighet medför en lägre infallande solstrålning vilket gör atmosfären mer stabil varvid kemikalieutsläpp får längre konsekvensavstånd. I beräkningarna antas konservativt att 100 % molnighet råder.
- Lufttemperatur**
 Temperaturen i luften i atmosfären påverkar flertalet olika fysikaliska processer vid kemiska utsläpp till atmosfären. Bland annat påverkar det hur snabbt en pöl förångas, där en högre temperatur medför en snabbare förångning. I beräkningarna antas en medeltemperatur på 10 grader.
- Stabilitetsklass**
 Atmosfärisk stabilitetsklass utgör ett mått på turbulensen i atmosfären. Stabiliteten är främst beroende av solstrålning och vindhastighet och påverkar både luftinblandning och spridningsförlopp. Klasserna delas in med beteckningarna A-F, där A innebär extremt instabil och F innebär extremt stabil. En högre stabilitetsklass medför generellt längre konsekvensavstånd. Se tabell 5 för en översikt över stabilitetsklasser. ALOHA uppskattar lämplig stabilitetsklass beroende på vindhastighet och molnighet. Är flera stabilitetsklasser möjliga väljer programmet konservativt den stabilaste.

Tabell 5. Kategorisering av stabilitetsklass efter vindhastighet, dag/natt, solinstrålning och molntäcke. Tabellen är översatt och återgiven från [25].

Vindhastighet	Dag			Natt	
10 m ovan mark (m/s)	Solinstrålning			Molntäcke	
	Stark	Måttlig	Svag	> 50 %	< 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A – B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

För helt mulet väder är stabilitetsklassen D för både dag och natt.

- **Inversion**

Inversion är ett fenomen där högre belägen luft i atmosfären är varmare än vid marken. I praktiken innebär detta att ett "lock" bildas och marknära utsläpp hindras från att stiga uppåt. Fenomenet uppträder typiskt vinterdagar där vindhastigheten är låg och skiktningen stabil och är vanligt under vintern i Sverige. För en mer detaljerad redogörelse hänvisas till [22]. Fenomenet är ovanligt och sker på sådan höjd att det vanligtvis inte påverkar ett utsläpp vid marknivå – varvid inversion inte beaktas i beräkningarna.

- **Luftfuktighet**

För spridningsberäkningar i ALOHA används luftfuktigheten för modellering av utsläpp med tunggasmodell. Värdet 80 % används i beräkningarna, vilket är ett genomsnittsvärde för Sverige [26].

- **Utsläppets höjd ovan mark**

Utsläppets höjd ovan mark påverkar spridningsbilden. Nära utsläppskällan blir koncentrationerna lägre eftersom det tar en viss tid innan utsläppet blandas ner till marknivå. Ammoniak har något lägre densitet än luft vilket kommer skapa ett "plymlyft" tills tillräckligt mycket luft har blandats in för att neutralisera effekten. Se [22] för en mer detaljerad redogörelse. Utsläppskällans höjd ovan mark har antagits vara 0 meter (marknivån) då detta medför längst konsekvensavstånd.

Följande indata har använts vid alla beräkningarna:

- Utsläppspunkten antas vara vid marknivån i öppet landskap.
- Datum och klockslag: 2023-12-20, 12:00
- Vind: 3 meter per sekund på 10 meters höjd.
- Lufttemperatur: 10 °C
- Molnighet: 100 %
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)

B.3

ADR Klass 1.1 – Olycka med massexplosivt ämne

Farligt gods som utgörs av explosiva ämnen kan medföra explosion om godset utsätts för stötar (till exempel till följd av kollision) eller påverkan från brand. En explosion ger upphov till en tryckvåg som kan medföra både direkta och indirekta skador. Indirekta skador följer exempelvis av splitter och fallande byggnadsdelar eller att människor kastas omkull av tryckvågen. Tryckvågen kan dessutom ge upphov till skador på byggnader som riskerar att helt eller delvis kollapsa.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	34 (42)

Följande modell används för att uppskatta övertryck orsakad av explosion av last med farligt gods vid olycka. [23]

$$\ln(z) = 4,13 - 0.862 * \gamma + 0.0371 * \gamma^2$$

med

$$z = \frac{r}{m_{tnt}^{1/3}}$$

och

$$\gamma = \ln(P)$$

där

r = avståndet från explosionscentrum (m)

m_{tnt} = är massa i TNT-ekvivalenter (kg)

P = är övertryck (kPa)

Det antas att explosiva ämnen som transporteras utgörs av TNT och med anledning av detta används mängder i kilo utan korrigering. Det antas att det i medel transporteras cirka 11 ton massexplodivt ämne per lastbilstransport. Denna mängd används i beräkningarna och bedöms ta hänsyn till att både små och stora mängder explosiva ämnen transporteras. Med sambanden presenterade ovan ger en transport på 11 ton TNT ett infallande övertryck på 210 kPa på 40 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 146 meter.

B.4 ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas

I beräkningarna används metan då denna är en av de vanliga brandfarliga gaserna.

B.4.1 Brännbar gas - jetflamma

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning av utsläppet sker utan fördröjning medför detta att en jetflamma uppstår. En jetflamma orsakar i första hand värmestrålning, men kan också medföra brandspridning till byggnader med mera.

Konsekvensavstånd för jetflamma har beräknats med ALOHA. Det har antagits att den brännbara gasen utgörs av metan. Vidare antas att det i medel transporteras 22 ton kylkondenserad metan per transport varvid denna mängd används i beräkningarna. Med en densitet på cirka 425 kg/m³ (vilken gäller vid -162 °C) fås en uppskattad volym på cirka 50 m³. Enligt [29] transporteras kylkondenserad under ett visst övertryck, vanligtvis mellan 1–10 bar. I beräkningarna har det konservativt antagits att metanen transporteras under 10 bars tryck. Jetflamman beräknas i ALOHA från ett hål på 50 mm diameter i botten av en horisontell cylindrisk tank på 3 x 7 meter (diameter x längd).

Vid beräkning av individrisknivåer har det antagits att exponeringstiden är den maximala 20 sekunder, vilket ger en kritisk infallande strålningsnivå på 35 kW/m². Enligt beräkningar i ALOHA uppskattas denna strålningsnivå fås på 10 meters avstånd. Jetflamman får en maximal längd på 29 meter från tanken. Konsekvensområdet som används i beräkningarna ansätts därför till summan av flammans längd samt avståndet till där den infallande strålningen leder till att 50 % av befolkningen förväntas omkomma, således 39 meter.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	35 (42)

B.4.2 *Brännbar gas – gasmolnsbrand*

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns antändningskällor i området där gasmolnet rör sig längs vinden finns risk att en gasmolnsbrand uppstår.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand har beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA). Likt ovan antas utsläppet ske från en tank med 22 ton kylkondenserad metan i en tank på cirka 50 m³ under 10 bars tryck. Utsläppet sker genom ett 50 mm stort hål i tanken. Med ovanstående indata fås ett konsekvensavstånd på 136 meter.

B.4.3 *Brännbar gas – gasmolnsexplosion*

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns instängda volymer inom området där gasmolnet rör sig längs vinden kan en antändning av gasmolnet leda till en gasmolnsexplosion.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand har beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA). Likt ovan antas utsläppet ske från en tank med 22 ton kylkondenserad metan i en tank på cirka 50 m³ under 10 bars tryck. Utsläppet sker genom ett 50 mm stort hål i tanken.

Med indata presenterade ovan ger förutsättningarna inte upphov till någon gasmolnsexplosion.

B.4.4 *Brännbar gas – BLEVE och eldklot*

BLEVE och eldklot om en brännbar substans under tryck momentant strömmar ut och antänds. Kan till exempel orsakas av att tryckbehållaren utsätts för en brand utifrån [22].

För brännbara gaser kan diametern för eldklotet beräknas genom

$$D = 6,5 * M^{1/3}$$

Varaktigheten hos ett eldklot kan uppskattas med:

$$t = 0,85 * M^{0,26}$$

Där M är total massa av den brännbara gasen i kg. Om beräkning genomförs för 22 ton brännbar metangas uppgår eldklotets diameter till 195 meter och varaktigheten till cirka 11 sekunder.

Det antas att samtliga personer som befinner sig utomhus på ett avstånd av 195 meter omkommer medan personer längre bort inte omkommer. För personer som befinner sig inomhus har det antagits att 25 % omkommer.

B.5 **ADR klass 2.3 – Olycka med giftig gas**

Gas transporteras generellt under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Gaserna är generellt tyngre än luft då de kyls ned vid ett utsläpp och sprids därmed inledningsvis längs marken. Gaserna är giftiga vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Konsekvenserna av ett utsläpp beror framförallt av hålorlek och väderförhållanden

I beräkningarna antas ett utsläpp av ammoniak då detta är en vanlig gas.

Nedan anges vid vilka koncentrationer samt exponeringstider av tryckkondenserad ammoniak som medför risk för dödsfall. Koncentrationerna är beräknade enligt probitsamband angivna i [21].

Tabell 6. Koncentrationer och exponeringstider av ammoniak som medför 50 % risk för dödsfall enligt probitberäkningar angivna i [26].

	10 min	30 min	1 timme	4 timmar
Ammoniak	12 700 ppm	7 300 ppm	5 200 ppm	2 600 ppm

I beräkningarna förutsätts för momentana utsläpp en exponeringstid på 10 minuter vara konservativt, med 12 700 ppm som skadekriterie. För scenarier med kontinuerliga utsläpp ansätts en exponeringstid på 30 minuter, med 7 300 ppm som skadekriteriet. I beräkningarna förutsätts ammoniaken vara i utomhustemperatur på 10 grader, vilket ger ett ångtryck på 609 kPa (cirka 6 bar). För att vara konservativ ansätts ett tryck på 10 bar gälla i tanken. Mängden ansätts till 10 ton, tanken är cylindrisk med ca 2 meter i diameter och är 4,5 meter lång.

Giftig gas – Momentant utsläpp (BLEVE)

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister av krockvåld kommer innehållet att snabbt bilda ett giftigt gasmoln som sprids med vinden.

Konsekvensavståndet för ett giftigt gasmoln av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA. Förutsättningar för tanken ansätts enligt ovan.

För momentant utsläpp av hela tankinnehållet beräknades konsekvensavståndet till 718 meter från olycksplatsen.

Giftig gas – Kontinuerligt utsläpp

Om tanken till en tryckkondenserad gas punkteras kommer innehållet att kontinuerligt släppas ut, förångas och bilda en gasplym. Utsläppet förutsätts ske genom ett 50 mm stort hål i botten av tanken

Konsekvensavståndet för ett kontinuerligt utsläpp av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA.

För kontinuerligt utsläpp beräknades konsekvensavståndet till 313 meter från olycksplatsen.

B.6

ADR klass 3 – Olycka med brandfarlig vätska

På riksväg 84 förväntas mestadels brandfarlig vätska. En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder till en pölbrand om det utsläppta ämnet antänds. Antändning av och brand i en sådan pöl förväntas ge strålningseffekter, som kan skada oskyddade människor och egendom. Beräkning för att uppskatta strålning från en pölbrand genomförs med ALOHA.

I beräkningarna antas pölbranden bestå av heptan (som representerar en brandfarlig vätska som sotar kraftigt och därmed avger en högre andel strålning, liknande bensin). Hälften av den brandfarliga vätskan som körs är diesel men det är i regel mindre farligt än bensin, på grund av betydligt högre flampunkt, vilket innebär att antagandet att all vätska är bensin anses konservativt.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	37 (42)

Utsläpp av hela tankinnehållet

Om tanken brister i samband med krockvåld finns en risk att dess innehåll rinner ut och bildar en pöl.

Konsekvensavståndet för en pölbrand av hela tankinnehållet har beräknats med ALOHA. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 300 m² stor yta. Enligt [21] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 30 kW/m². Detta bedöms vara den maximala exponeringstiden innan personer hinner söka skydd. Beräkningar i ALOHA visar att denna strålningsnivå nås upp till 24 meters avstånd från pölens mitt.

Utsläpp av 5 m³

Om det går hål på tanken finns en risk att stora delar av dess innehåll rinner ut och bildar en pöl.

Konsekvensavståndet för en pölbrand av hela tankinnehållet har beräknats med ALOHA. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 170 m² stor yta. Beräkningar i ALOHA visar att denna strålningsnivå nås upp till 18 meters avstånd från pölens mitt.

Fordonsbrand i samband med en olycka

Om fordonet börjar brinna i samband med en olycka finns en risk att innehållet läcker ut och bildar en pöl. Detta antas ha samma konsekvenser som beräknades ovan då hela tankens innehåll släpps ut.

B.7

ADR klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen kan reagera explosionsartat eller bilda explosiva produkter om det kommer i kontakt med vissa organiska ämnen (t ex aceton och etanol). Kommer det oxiderande ämnet inte i kontakt med organiskt material antas inget explosionsartat förlopp uppstå.

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosiva och konsekvenserna är lika de som sker vid olycka med massexplosivt ämne. För oxiderande ämnen antas dödliga skador som följd av explosion ske inom 40 meter. Om olycka med oxiderande ämne leder till brand antas konsekvensen motsvara en medelstor pölbrand.

Bilaga C – Beräkningar av individ- och samhällsrisk

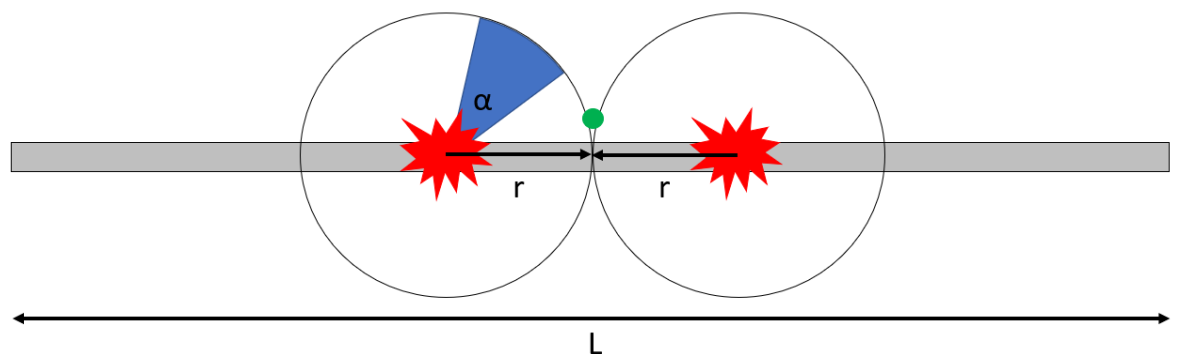
I denna bilaga redovisas beräkningar av individ- och samhällsrisk för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A med tillhörande konsekvensavstånd vilka har uppskattats i Bilaga B.

C.1

Individrisk

Baserat på scenarierna identifierade ovan kan individrisken bestämmas. Enligt avsnitt 2.1 menas med individrisk den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Beroende på de identifierade scenariernas konsekvensavstånd finns en sannolikhet att en olycka som inträffar en viss sträcka på en transportled påverkar en individ på området som undersöks. Detta illustreras i Figur 18 nedan.



Figur 18. Sannolikheten att en person (markerad i grönt) precis intill en farligt gods led påverkas av en olycka med konsekvensavstånd r och spridningsvinkel α .

Sannolikheten att området påverkas av respektive scenario fastställs med följande ekvation:

$$\text{Individrisk} = f \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - d^2}}{L} \cdot \frac{\alpha}{360}$$

där

f = frekvensen för respektive scenario (årkm)

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

d = avstånd från transportled (m)

L = längden på den undersökta delen av transportleden förbi området (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
5506,002	FT8-01	2024-01-22	2024-01-22	1	39 (42)

C.2 Samhällsrisk

För att beräkna samhällsrisk uppskattas antalet omkomna genom följande ekvation:

$$\text{Antalet omkomna } (N) = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot P$$

där

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

P = populationstätheten (inv/km²)

För personer som befinner sig utomhus har det antagits att alla omkommer inom konsekvensområdet, medan det för personer som befinner sig inomhus har antagits att 25 % omkommer.

Vid beräkning av antal döda för de olika utsläppsstorlekarna för att uppskatta nivåer för samhällsrisk antas att påverkansområdet från gasmolnsexplosionen är cirkulärt. Antalet döda för varje scenario har avrundats till närmaste heltal och som minst 1 person.

Vid beräkning av antal döda för de olika transportmängderna för att uppskatta nivåer för samhällsrisk antas att påverkansområdet från explosionen är cirkulärt.

Vid beräkning av antal döda för de olika utsläppsstorlekarna för att uppskatta nivåer för samhällsrisk antas att påverkansområdet från gasmolnsexplosionen är cirkulärt. Antalet döda för varje scenario har avrundats till närmaste heltal och som minst 1 person.

För personer som befinner sig utomhus har det antagits att alla omkommer, medan det för personer som befinner sig inomhus har antagits att 25 % omkommer.