RISKUTREDNING DETALJPLAN

Utgåva 2 • 2026-09-30

Vägtransport av farligt gods
NORDEN 1
Hedemora kommun

FIRE SAFETY NORDIC

Projektinformation

Projektnamn:	Vägtransport av farligt gods
Fastighet:	NORDEN 1
Kommun:	Hedemora kommun
Uppdragsgivare:	Hedemora kommun
Kontaktperson:	Jimmy Korttilalli
Projektnummer:	73493
Dokumentnummer:	FSN5-1
Brandkonsult:	Fire Safety Nordic Växel: 010-33 00 323 www.fsn.se
Uppdragsansvarig:	Lise Westlundh Lise.westluundh@fsn.se 0722-28 88 13
Kvalitetsgranskare:	Ola Håkansson

Datum	Version
~~2026-09-11~~	~~Utgåva 1~~
2026-09-30	Utgåva 2

Sammanfattning

Hedemora kommun planerar att bygga ett nytt äldreboende på fastigheten Norden 1 i Hedemora kommun. Byggnaden kommer att placeras inom 150 meter från riksväg 70 som utgör transportled för farligt gods varvid det enligt vägledning från Länsstyrelsen i Dalarnas län [1] skall genomföras en riskhanteringsprocess.

För att bedöma huruvida risknivåerna för äldreboende är acceptabla eller inte trots det korta avståndet till vägen har individ- och samhällsrisken beräknats. Individrisk är ett teoretiskt mått på hur stor risken är för att en person ska omkomma om den befinner sig på en specifik plats under ett helt år. Medan samhällrisken är ett sätt att försöka beskriva hur många personer som är utsatta för en riskhändelse till skillnad från individrisk som bara tittar på en person. Individ- och samhällsrisken ska därefter jämföras med acceptanskriterierna framtagna av Det Norske Veritas (DNV).

För att kunna verifiera riskerna för äldreboendet har ett händelseträd upprättats. Syftet med händelseträdet är att verifiera vilka typer av olyckor det är som kan förväntas på riksväg 70 samt sannolikheten för att de inträffar. Det första steget i händelseträdet har varit att beräkna frekvensen för att det sker en olycka på vägen. Därefter kan olycksscenariot variera kraftigt beroende på vad det är transporten innehåller för farligt gods. Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter som kan skada människor, djur, miljö, egendom och annat gods om de inte hanteras rätt under transporter eller skyddas mot yttre hot som stöld eller skadegörelse. Farligt gods delas in i nio stycken ADR-grupper. De nio grupperna är; explosiva ämnen, gaser, brandfarliga vätskor, brandfarliga fasta ämnen, oxiderande ämnen, giftiga ämnen, radioaktiva ämnen, frätande ämnen och övriga farliga ämnen. Inom respektive ADR-klass delas olika typer av olyckor upp såsom t.ex. litet, medelstort eller stort utsläpp/skadeutfall.

När händelseträdet färdigställts har nästa steg varit att verifiera vilka av de nio ADR-grupperna som kan påverka äldreboendet med en negativ skada. Utifrån egna bedömningar, handberäkningar och ALOHA-beräkningar kunde det konstateras att det främst är ADR-klass 1 och 2 som kommer att kunna påverka äldreboendet, dvs. explosiva ämnen och gasutsläpp.

Explosiva ämnen och gasutsläppen verifierades därmed vidare i riskutredningen och individ- och samhällsrisk beräknades för dessa scenarion. Utifrån beräkningarna kunde det konstateras att risknivåerna hamnar ovanför det undre acceptanskriteriet men under det övre acceptanskriteriet både för individ- och samhällsrisk. Detta innebär att risknivån hamnar inom det så kallade ALARP-området. Hamnar risknivåerna inom ALARP-området kan de fortfarande accepteras förutsatt att verksamheten vidtar riskreducerande åtgärder. För att hantera en eventuell explosion eller gasutsläpp har följande riskreducerande åtgärder föreslagits, se punktlistan nedan:

- Friskluftsventiler placeras ifrån riksväg 70.
- Miljöbrytare ska installeras för att vid behov kunna stänga av ventilationen.
- Boenderum bör inte ha några öppningsbara fönster eller liknande öppningar i fasaderna ut mot vägen.
- Det öppna fältet mellan riksväg 70 och äldreboendet bör förses med en ridå av träd och buskar.

Vidtar verksamheten ovanstående riskreducerande åtgärder bedöms äldreboendet kunna placeras på kv. Norden 1 trots det korta avståndet till riksväg 70.

Innehållsförteckning

1 Inledning 6
1.1 Syfte & mål 6
1.2 Omfattning och avgränsningar 6
1.3 Internkontroll 7
1.4 Revidering 7

2 Regelverk och styrande dokument 7
2.1 Metodik 8
2.1.1 Riskanalys 9
2.1.2 Metoder för riskvärdering 9
2.1.3 DNV:s föreslagna acceptanskriterier 11

3 Förutsättningar 12
3.1 Beskrivning av planområdet 12
3.2 Befolkningstäthet 15
3.3 Farligt gods på RV70 15
3.4 Skyddsbarriärer 15
3.5 Vindriktning 16
3.6 Spridningsvinkel 16

4 Riksinventering 17
4.1 Transport av farligt gods 17
4.2 Transportklasser (ADR) och representativa scenarier 18
4.3 Fördelning av transporter av farligt gods på väg 19

5 Beräkning av risk 19
5.1 Olyckor med transporter med farligt gods 19
5.2 Beräkningsunderlag 20
5.3 Beräkningar trafikolycka 20
5.3.1 Trafikolycka allmänt 20
5.3.2 Trafikolycka med farligt gods 21
5.3.3 Händelseträd 22
5.4 Individrisk 27
5.4.1 Individrisk vid explosiva ämnen 28
5.4.2 Individrisk vid gasutsläpp 30
5.4.3 Individrisk vid utsläpp av brandfarliga vätskor 31

5.4.4 Individrisk vid utsläpp av oxiderande ämnen 32
5.4.5 Sammanställning av individrisker 32
5.5 Samhällsrisk 33
6 Riskreducerande åtgärder 35
7 Diskussion 36
8 Slutsats 37
9 Referenser 38
Bilaga 1 – Känslighetsanalys 39
Bilaga 2 – Strålningsberäkningar 40
Bilaga 3 – ALOHA, Beräkningar 41
9.1 Indata och antaganden: 41
9.2 Konsekvenskriterier för klor 42
9.3 Konsekvenskriterier för propan 42
9.4 Klor, AGEL 10 minuter 42
9.4.1 Litet utsläpp: 43
9.4.2 Medelstort utsläpp: 44
9.4.3 Stort utsläpp 45
9.5 Fördröjt gasmoln 46
9.5.1 Medelstort utsläpp 47
9.5.2 Stort utsläpp 48
9.6 Jetflamma 50
9.6.1 Liten jetflamma 50
9.6.2 Medelstor jetflamma 52
9.6.3 Stor jetflamma 53
9.7 Gasolläckage-BLEVE 54
Bilaga 4 - Händelseträd 55

1 Inledning

Fire Safety Nordic har fått i uppdrag av Hedemora kommun att genomföra en riskutredning för fastigheten Norden 1 i Hedemora kommun. Detta då beslut har fattats om att ändra detaljplanen för att möjliggöra ett nytt äldreboende inom 150 m från riksväg 70 (RV 70) som utgör primär transportled för farligt gods. Äldreboende är tänkt att dockas an befintligt äldreboende, se Figur 1 nedan.

Figur 1. Situationsplan över fastigheten.

1.1 Syfte & mål

Huvudsyftet med riskutredningen är att identifiera, kvantifiera och bedöma om riskbilden för fastigheten är acceptabel för närboende trots det korta avståndet på 50 meter till riksväg 70 som utgör primär transportled av farligt gods och vilka eventuella riskreducerande åtgärder som kan behöva vidtas och säkerställas genom detaljplanen.

Målet med utredningen är att ta fram ett underlag för vilka eventuella brandtekniska eller riskreducerande åtgärder som behöver vidtas för att äldreboendet ska vara beläget på kv. Norden 1.

1.2 Omfattning och avgränsningar

Riskutredningen är avgränsad till risker förknippade med transport av farligt gods på Rv 70 förbi det aktuella planområdet. De kvantitativa beräkningarna omfattar olyckor som medför påverkan på människor på sådant sätt att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej.

I denna riskutredning beaktas inte egendomsskador, naturskador eller långtgående dominoeffekter av de beaktade olyckorna. Risker på grund av mänskligt sabotage ingår inte i denna utredning.

Resultatet av riskutredningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna kan riskutredningen behöva uppdateras.

1.3 Internkontroll

Handlingen har kvalitetssäkrats genom granskning av annan brandingenjör inom från konsultföretaget BROH AB som har erfarenhet av att utföra riskutredningar. Granskningen omfattar granskning av metodik, beräkningar, bedömningar samt slutsats.

1.4 Revidering

Utgåva 2 innefattar ändring av skrivning i kapitel 3.3, 5.2, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.4.1, 5.4.2, 5.4.4, 5.4.5, 5.5, 6, 7, 8, Bilaga 1-Känslighetsanalys och Bilaga 4-Händelsträd. Revideringen avser ändrad av hur många procent trafiken bedöms öka i Dalarna. Den ökade trafiken leder i sin tur till att frekvensen för en olycka på berörd väg (RV 70) ökar, varpå individ- och samhällsrisken behöver ses om på nytt. Utöver detta ska ridå av träd och buskar planteras på det öppna fältet mellan äldreboendet och RV 70. På så sätt förväntas konsekvenserna av både en explosion samt gasutsläpp reduceras varpå fönsterna tillhörande boenderummen på äldreboendet som vetter mot RV 70 kan utföras öppningsbara.

Reviderade avsnitt är markerade i vänsterkant.

2 Regelverk och styrande dokument

Riskanalyser aktualiseras i svensk kontext genom Plan- och bygglagen (2010:900) samt Miljöbalken (1998:808), vilka lagstadgar krav på lämplig lokalisering med hänsyn till risker och olyckshändelser.

Plan- och bygglagen anger att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet. Vidare ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som ger lämpligt skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. Medan Miljöbalken syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Detta innebär bland annat att risker för människors hälsa och säkerhet ska beaktas (2 kap 5 § PBL och 1 kap 1 § miljöbalken).

Då lagstiftningen utgörs av ramlagar utan metodologiska detaljkrav, styrs tillämpningen i praktiken av myndigheters och länsstyrelsers riktlinjer. Dessa dokument operationaliserar lagkraven genom specifika kriterier och rekommenderade skyddsavstånd vid fysisk samhällsplanering. Länsstyrelserna har ett ansvar att verka för hälsa och säkerhet, både som regional myndighet i plan- och tillståndsfrågor och som tillsynsorgan över kommunal verksamhet.

Länsstyrelsen förordar generellt skyddsavstånd som den primära säkerhetsåtgärden. Denna princip är särskilt angelägen vid samhällsviktig verksamhet, känslig markanvändning samt kritisk infrastruktur. Kring riskobjekt – exempelvis på båda sidor om vägar och järnvägar – bör en bebyggelsefri zon om minst 30 meter från närmaste spårmitt eller vägkant upprätthållas. Syftet är att skapa en robust struktur som underlättar räddnings- och bärgningsinsatser, minimerar risken för kollisioner mellan fordon och byggnader, begränsar skadeverkningarna för allmänheten vid en olycka samt ger marginaler för framtida förändringar i riskbilden [3].

I denna utredning används Länsstyrelsen i Dalarna läns riktlinjer Farligt gods, riskhantering i fysisk planering [1]. Riktlinjerna baseras på en zonindelning med fyra zoner som behöver uppnå olika skyddsavstånd. Om skyddsavstånden följs krävs generellt inte några ytterligare skyddsåtgärder.

NÄRMRE ÄN 30 METER	30-70 METER	70-150 METER	ÖVER 150 METER
Odlingar	Bilservice	Bostäder i högst 2 plan	Bostäder i mer än 2 plan
Trafikytor	Industrier	Mindre samlingslokaler	Vård
Ytparkeringar	Mindre handel	Handel	Kontor i flera plan
Friluftsområden	Tekniska anläggningar	Mindre kontor (inte hotell)	Hotell
	Övrig parkering	Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarplats	Skolor
	Lager		Större samlingslokaler
			Kultur- och idrotts-anläggningar med betydande åskådarplats

Figur 2. Zonindelning för riskhantering [1].

Om skyddsavstånden i Figur 2 inte kan hållas kan det krävas särskilda skyddsåtgärder (exempelvis sänkt hastighet, barriärer eller byggnadstekniska åtgärder) för att skydda människor som vistas inom riskområdet. För att utreda detta behöver en riskanalys utföras som beaktar platsspecifika förutsättningar såsom nivåskillnader, barriärer, hastighet och mängd farligt gods.

I det aktuella fallet för Norden 1 planeras äldreboende byggas inom de rekommenderade 150 meter som riktlinjerna förespråkar. Denna utredning utgörs av en kvantitativ riskanalys med platsspecifika beräkningar för att bedöma riskerna och förutsättningarna avseende farligt gods för placering av äldreboende på avsedd fastighet.

Själva riskanalysen är ett tekniskt underlag och är inte juridiskt bindande i sig själv. För att riskanalysens slutsatser ska få juridisk kraft måste kommunen översätta resultatet till specifika planbestämmelser på plankartan med stöd av 4 kap. PBL. Det är enskilda kommuners angelägenhet att reglera användningen av mark-och vattenresurser inom den egna kommunens gränser.

Länsstyrelsens roll är att granska kommunens bedömning, och länsstyrelsen är utifrån PBL 11 kap. 10 § skyldig att överpröva detaljplaner som är olämpliga med hänsyn till människors hälsa och säkerhet.

2.1 Metodik

Riskhanteringsprocessen är ett systematiskt och kontinuerligt arbete med syfte att kontrollera och minimera olycksrisker. Processen är strukturerad i tre huvudsakliga delar:

- Riskanalys: Identifiering av riskkällor och potentiella olycksscenarier. Utifrån riskanalysen kan en riskinventering göras och möjliga risker identifieras.
- Riskvärdering: Bedömning och prioritering av de identifierade riskerna. Riskerna värderas genom jämförelse mot motiverade värderingskriterier för att visa om risken ligger på en tolerabel nivå eller ej.
- Riskreduktion: Beslutstagande och praktiskt genomförande av eventuella säkerhetshöjande åtgärder och kontroll gentemot riskanalysens syfte och mål.

Processen beskrivs schematiskt i Figur 3 nedan.

Figur 3. Metodik för riskhantering [2].

2.1.1 Riskanalys

Analysen skall vara kvantitativ vilket innebär att man använder beräkningsmodeller och indata för att ge ett kvantitativt mått på risknivån. Risknivåer för individ- och samhällsrisk vilka är två olika typer av riskmått skall redovisas.

Individrisk är ett teoretiskt mått på hur stor risken är att en person ska omkomma om den befinner sig på en specifik plats under ett helt år. Detta kan ofta presenteras i siffror som exempelvis 10^{-6} (1 gång på en miljon år) [3]. Individrisk tar inte hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan beräknas utifrån om en person befinner sig oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år [4]. Det innebär att individrisk inte säger något om hur stor risken är ur samhällssynpunkt eller hur allvarliga konsekvenserna kan bli [3]. Individrisken beräknas genom att se hur sannolikt det är att en olycka inträffar och vilken olyckseffekt som uppstår p.g.a. olyckan. Individrisken sjunker kontinuerligt ju längre bort från platsen personerna befinner sig. Detta då sannolikheten att personerna påverkas av ett utsläpp på ett längre avstånd från olyckan minskar.

Samhällsrisk är ett sätt att försöka beskriva hur många som är utsatta för en riskhändelse till skillnad från individrisk som bara tittar på en person. Samhällsrisk tar in hur många som vistas eller bor inom ett område och bedömer sannolikheten för olika antal dödade vid olika typer av händelser.

Persontätheten har betydelse för hur hög samhällsrisken är. Om få människor berörs av den planerade markanvändningen kan det vara tillräckligt att beräkna individrisken.

De kritiska gränsvärdena för samhällsrisken presenteras med hjälp av ett FN-diagram som visar hur stor sannolikhet (F) det är att olyckor med vissa konsekvenser inträffar. Konsekvens uttrycks som antalet omkomna (N),

2.1.2 Metoder för riskvärdering

Risker förknippade med människors hälsa och säkerhet som identifierats och beräknats i riskanalysen värderas mot motiverade värderingskriterier. Syftet med kriterier för riskbedömning är att underlätta värderingen av dessa risker så att värderingarna kan jämföras med andra värdebedömningar i en beslutsprocess, till exempel ekonomiska, sociala och miljömässiga.

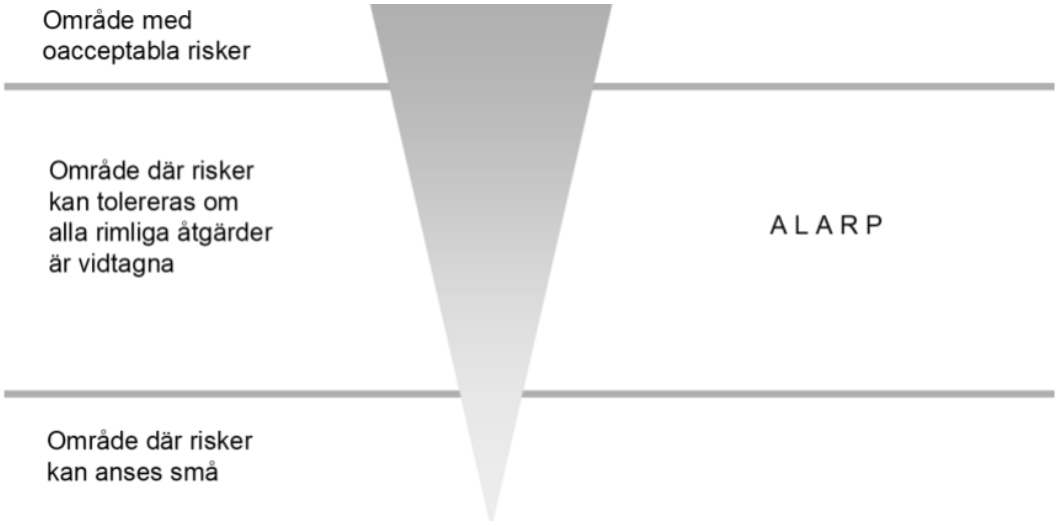
Risknivåerna bedöms övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket, nuvarande MCF [5]:

- Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska eller ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- Proportionalitetsprincipen: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför
- Fördelningsprincipen: Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället, och
- Principen om undvikande av katastrofer: Om risker realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Proportionalitets- och fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls vid värdering med de kvantitativa värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk. Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis så kallad kostnad-nytta-analys [5].

Utöver ovanstående är ALARP-området en vanligt förekommande princip för att sätta acceptanskriterier för beräknade risknivåer. ALARP står för ”As Low As Reasonably Practicable”. Det betyder att ALARP-området är området i riskkriterierna där riskerna är lägre än det som inte kan tolereras men högre än det som kan accepteras utan vidare.

Befinner sig risken för en olycka inom detta område bör riskerna reduceras så mycket som är möjligt utifrån samhällsekonomiska och praktiskt perspektiv.



Figur 4. Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier [5].

Det vill säga riskbedömningen utgår från en tredelad struktur där åtgärdskraven styrs av riskens placering i förhållande till fastställda gränsvärden:

- Icke-acceptabel risk (Övre nivån): Risker över det övre gränsvärdet accepteras aldrig, oavsett omständigheter eller kostnader.
- ALARP-området (Mittensegmentet): Risker inom detta intervall kräver riskreducerande åtgärder. Risken ska minskas så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Försumbar risk (Nedre nivån): Risker under det nedre gränsvärdet anses försumbara och godtas utan krav på vidare åtgärder.

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Varje länsstyrelse beslutar istället om vilka riskkriterier som ska

användas inom det geografiska ansvarsområdet. Enligt Länsstyrelsen i Dalarna [1] ska tolerabel risknivå redovisas utifrån Det Norske Veritas (DNV) kriterier gällande individ- och samhällsrisk. Dessa gränser används för att bedöma om riskreducerande åtgärder behövs.

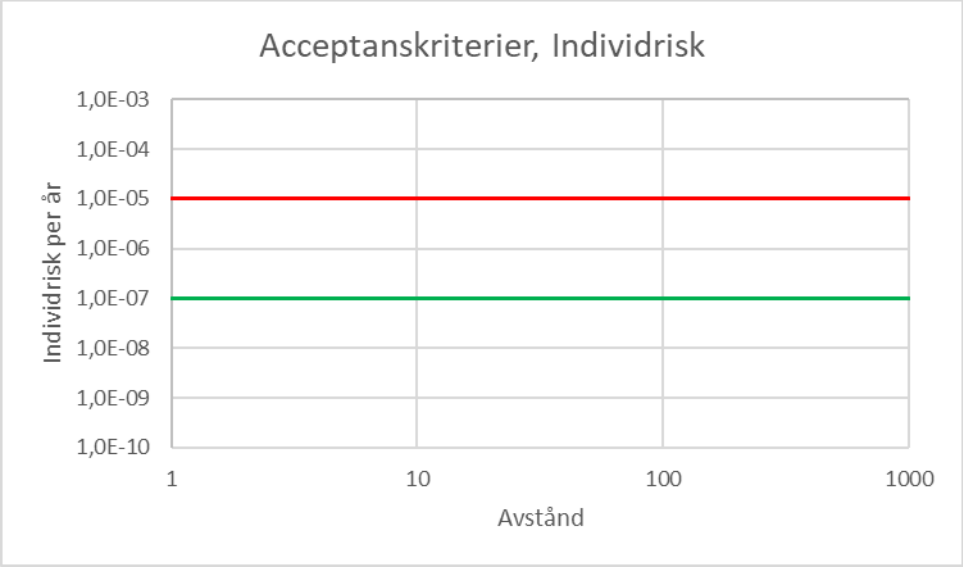
2.1.3 DNV:s föreslagna acceptanskriterier

Samtliga verksamheter innebär någon form av risk. Att helt kunna eliminera en verksamhets risker anses inte vara möjligt. När risknivåer i form av individ- och samhällsrisk har beräknats görs en värdering av hur allvarliga konsekvenserna av dessa risker är för att kunna bedöma om säkerhetshöjande installationer/åtgärder är motiverade och i så fall hur långtgående dessa bör vara. För att underlätta denna bedömning har kriterier eller gränsvärden, för vilka risknivåer som kan bedömas vara acceptabla, utvecklats. Dock ska man ha i åtanke att det inte finns några nationella kriterier i Sverige utan det har utvecklats regionala riktlinjer som är tillämpbara. Det är även viktigt att dessa regionala riktlinjer ses som riktlinjer och inte ett faktiskt värde. Nedan presenteras de riktlinjer som DNV har tagit fram avseende individ- och samhällsrisk.

För individrisk har DNV föreslagit följande kriterier:

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

En individrisknivå där sannolikheten att omkomma till följd av olycka är högre än 1 på 100 000 per år anses inte acceptabel utan säkerhetshöjande installationer/åtgärder måste vidtas. Om risknivån är så pass låg att sannolikheten att omkomma till följd av en olycka är mindre än 1 på 10 000 000 per år behöver säkerhetshöjande installationer/åtgärder inte vidtas. För att hantera risknivåer som hamnar mellan riktlinjerna ska rimliga säkerhetshöjande installationer/åtgärder värderas. Beräkningarna av individrisken presenteras senare i utredningen. Individrisken kommer att beskrivas enligt figuren nedan:

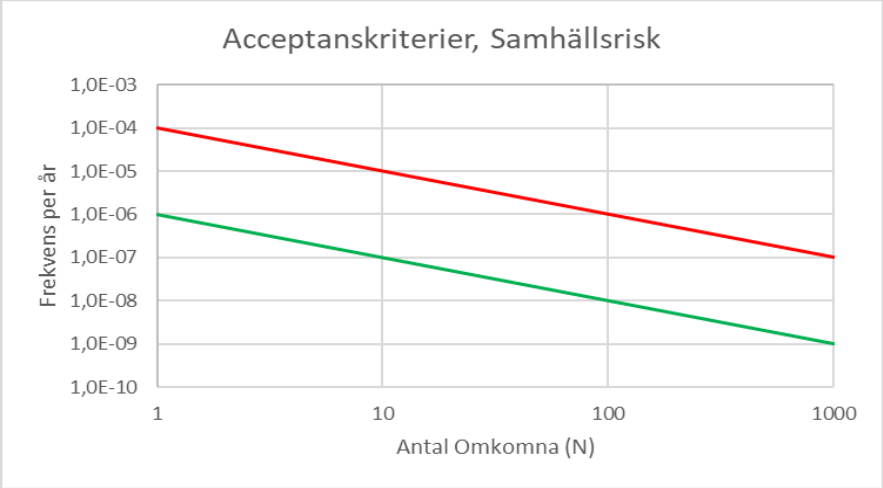


Figur 5. Riskkriterierna enligt DNV avseende individrisk.

För samhällsrisk har DNV föreslagit följande kriterier:

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

Samhällsriskkriterierna ovan beräknas med frekvenser för 1 km transportled och avser ett område på 1 km^2 med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt. Samhällsrisken i rapporten ”Värdering och risk” (SRV,1997) beskrivs enligt figuren nedan:



Figur 6. Riskkriterierna enligt DNV avseende samhällsrisken.

I ovanstående figur kan gränsvärden definieras:

- Under grön linje anses risken vara acceptabel.
- Mellan grön linje och röd linje kan risker accepteras med hjälp av säkerhetshöjande installationer/åtgärder, även kallat ALARP-område.
- Över röd linje anses risknivån inte vara acceptabel.

Riskkriteriet är att samhällskrisen ska understiga 10^{-6} vid N=1 och 10^{-8} vid N=100.

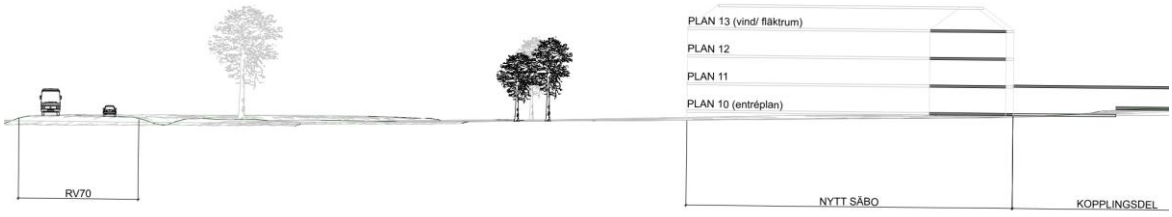
3 Förutsättningar

3.1 Beskrivning av planområdet

Hedemora kommun planerar att bygga nytt SÄBO som skall länkas samman med befintligt SÄBO inom fastigheten Norden 1. Tillbyggnaden kommer att hamna ca 50–90 m från RV 70, se Figur 7.

Figur 7. Situationsplan med avstånd till riksväg 70.

Ändringen av detaljplanen möjliggör en högre exploateringsgrad inom fastigheten Norden 1. Nybyggnaden planeras i 4 plan ovan mark där plan 10–12 skall inrymma äldreboende i verksamhetsklass 5B och plan 13 kommer utgöras av vind samt teknikutrymme, se Figur 8.



Figur 8. Sektionsritning [6].

Lokalerna närmast RV70 planeras utgöra boenderum och utrymningstrapphus kommer att placeras mot innergården, se röda rektanglar i Figur 9.

Figur 9. Gula ytor utgör hyresgästens lägenhet [6]. Trapphus är blåa och markerade med röd rektangel.

Det nya SÄBO:t placeras ca 750 m från järnvägen, RV70 är den enda vägen i närheten som nyttjas för transport av farligt gods och det finns inga drivmedelsstationer i närheten.

RV70 är i anslutning till fastigheten tvåfilig och utförd med vägräcke mellan körfälten, se Figur 10. Hastigheten på vägen är 100 km/h och vägen utgör primär transportled för farligt gods.

Figur 10. RV 70 vid planerat Norden 1. Bilden är tagen från google.maps 2026-07-07.

3.2 Befolkningstäthet

Personbelastningen används för att beräkna samhällsrisken. Beräkningen görs för ett kvadratiskt område på 1 km^2 i anslutning till utredningsområdet, eftersom detta är standardytan för generella riskkriterier.

I Hedemora kommun bor knappt 15 000 personer vara ca hälften 7 500 bor i centralorten Hedemora (Hedemora kommun, Kommunfakta - Hedemora kommun). Tätorten har en landareal på 5,9 km^2 vilket ger en befolkningstäthet på 1 275 invånare/km^2.

Enligt statistik från SBC sjunker invånarantalet i kommunen och sedan millennieskiftet har folkmängden minskat med 1 030 personer.

3.3 Farligt gods på RV70

Enligt uppgifter från beställaren (Hedemora kommun) bedöms personbilstrafiken öka med 0,6 % per år fram till år 2045 och lastbilstrafiken öka med 1,2 % per år fram till år 2045 i Dalarna. Dessa siffror är i sin tur tagna från trafikverkets trafikutvecklingstal och bedöms vara applicerbara för RV70. En trafikprognos för år 2025 har tagits fram för RV70 utifrån trafikmätningar genomförda 2023 [9]. Utifrån trafikmätningarna kunde det konstateras att antalet tunga fordon per dygn uppgick till 787 stycken och det totala antalet fordon per dygn uppgick till 10 294 stycken. Med den procentuella ökningen av fordon per dygn per år 20 år framåt ges följande ÅDT, se nedan.

ÅDT-Total = ((10 294 – 787) x $1{,}006^{20}$) + (787 x $1{,}012^{20}$) ≈ 11 715

ÅDT-Tung trafik = 787 x $1{,}012^{20}$ ≈ 1 000

I Tabell 1 nedan presenteras sen Andelen tung trafik i %.

Tabell 1 Trafikprognos (ÅDT – årsmedeldygnstrafik) för samtliga fordon respektive tung trafik och procentuell andel tung trafik på RV70 förbiplan området 2046.

ÅDT -Totalt	ÅDT -Tung trafik	Andel tung trafik [%]
11 715	1 000	1 000/11 715= **8,53**

Andelen transporter av farligt gods har uppskattats utifrån tillgänglig nationell statistik från myndigheten Trafikanalys [10]. Under åren 2012 - 2023 har andelen transporter av farligt gods motsvarat cirka 1,25 procent av inrikestrafiken i Sverige, med avseende på antalet transporter.

3.4 Skyddsbarriärer

Delar av äldreboendet på fastigheten kv. Norden 1 ska vara beläget 50 meter från riksväg 70 där transporter av farligt gods kan förekomma. Direkt i anslutning till vägen finns ett dike för avvattning. Mellan äldreboendet och riksväg 70 är det endast ett stort öppet fält. Dvs. det finns inga andra byggnader eller skyddsbarriärer som hindrar personerna på äldreboendet från att eventuellt utsättas för vätskeläckage i form av stänk eller högre koncentrationer farliga gaser samt strålning från en eventuell brand. Lutningen på marken är svagt uppåt mot äldreboendet. Avståndet härifrån kan anses vara för långt för att personer som befinner sig på äldreboendet ska påverkas av mekanisk påverkan eller stänk. Senare i riskutredningen kommer ett flertal scenarion att analyseras där miljön och förutsättningarna mellan riksväg 70 och äldreboendet kommer tas i beaktande.

3.5 Vindriktning

Hur ett läckage från riksväg 70 kommer att spridas mot äldreboendet är starkt beroende av vindriktningen.

För att ta reda på vilken vindriktning som är mest förekommande i Hedemora kommun har siffror från SMHI:s handbok ”Vindsstatistik för Sverige 1961–2004” använts. Då data för just Hedemora saknas har motsvarande data för Borlänge använts (beläget ca 40 km från Hedemora). Enligt SMHI:s handbok ”Vindsstatistik för Sverige 1961–2004” kan frekvenser av vindriktning i procent för året utläsas för Borlänge, se framtagen vindros nedan:

Figur 11: Vindros för Borlänge

Vindrosen visar att den mest förekommande vindriktningen är västlig (V) vind som utgör 18 %. En västlig vind betyder att luften rör sig från väster mot öster. Hedemora centrum och äldreboendet ligger väster om riksväg 70 vilket innebär att det är vanligast att det blåser bort från området.

Enligt vindrosen utgör östlig vind (dvs det blåser mot centrum och äldreboendet) 9,6 % under ett år.

3.6 Spridningsvinkel

Beroende på hur skadeutfallet från ett läckage på farligt godsleden ser ut kan spridningsvinkeln för läckaget variera, se exempel nedan.

Vid skadeutfallet där en giftig gas läcker ut och blåser mot berörd fastighet antas en relevant spridningsvinkel vara 15° i enlighet med ”Guidlines for chemical process quantitative risk analysis” (CCPS, 2000:593).

Vid en explosion på farligt godsleden bedöms däremot spridningsvinkel samt vindriktning inte ha någon betydelse. Detta då ämnet förutsätts sprida sig som ett klot i alla riktningar, d.v.s. 360°. Båda scenarierna beaktas senare i denna utredning.

4 Riksinventering

Planområdet är inte beläget nära någon farlig verksamhet (enligt LSO) som hanterar större mängder kemikalier. Då järnväg och övriga riskkällor som bensinstationer är placerade på betryggande avstånd från planområdet behöver endast transport av farligt gods på RV70 utredas närmare.

4.1 Transport av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och föremål som kan orsaka skador på människor, miljö eller egendom, om de inte hanteras på rätt sätt under en transport. Bestämmelser som reglerar detta heter ADR och RID. ADR gäller för internationell och nationell transport av farligt gods på väg och i terräng. RID gäller för internationell och nationell transport av farligt gods på järnväg [7].

Farligt gods är ämnen och föremål som på grund av sina kemiska eller fysikaliska egenskaper kan orsaka skador på liv, hälsa, miljö eller egendom vid transport. Farligt gods kan till exempel ha explosiva, brandfarliga, giftiga, radioaktiva eller frätande egenskaper. Som exempel på farligt gods kan nämnas bensin, diesel, gasol, cigarettändare, svavelsyra, arsenik, fyrverkerier, sprayburkar, krockkuddar, litiumbatterier och vattenförorenande ämnen.

En transportled för farligt gods fungerar som både risk- och skyddsobjekt. Planprocessen måste därför hantera risker i båda riktningarna: hur omgivningen påverkar planområdet, och hur planområdet påverkar omgivningen.

Farligt godstransporter är samhällsviktiga. Tillkommande bebyggelse får varken medföra oacceptabla risker för människor eller begränsa ledens framkomlighet. Om en incident, exempelvis en brand, inträffar i nära anslutning till leden kan trafiken behöva ledas om. Detta riskerar att flytta transporterna till mindre säkra vägar. Denna riskfaktor kvarstår oavsett aktuell trafikvolym på leden.

Tillfälliga omledningar av farligt gods bedöms dock inte påverka den övergripande riskbilden, då de aktuella omledningsvägarna normalt har en mycket begränsad trafikvolym av farligt gods. Behovet av att beakta dessa vägar i det ordinarie planeringsarbetet är därför obefintligt. Om en omledning blir långvarig krävs i stället en samverkan med Trafikverket för att minimera riskexponeringen [8].

RV70 är klassad som en primär transportled för farligt gods. Farligt gods omfattar ämnen och produkter med egenskaper som vid en olycka, eller vid felaktig hantering under transport och lagring, kan orsaka skador på människor, miljö och egendom. En olycka innebär även en risk för förorening av skyddsvärda vattenreservoarer.

En farlig godsolycka definieras som en händelse där ett transportkärl eller en tank skadas så att det farliga ämnet läcker ut. Konsekvenserna för människor varierar beroende på ämnets egenskaper; vissa ämnen utgör akuta risker genom brand, gasspridning eller explosion, medan andra medför hälsorisker först efter långvarig exponering. Generellt är sannolikheten för en allvarlig farligt godsolycka mycket låg, men konsekvenserna av ett utsläpp kan bli omfattande.

Eftersom majoriteten av olyckor med farligt gods i grunden utgörs av trafikolyckor, bidrar generella vägsäkerhetshöjande åtgärder direkt till att reducera olycksrisken för denna transporttyp. Utöver trafikolyckor kan utsläpp även orsakas av faktorer som fordonsbränder och handhavandefel vid lastning. Enligt en brittisk studie uppgår frekvensen av sådana icke-trafikrelaterade incidenter till cirka 5 procent [8]. Dessa händelser bedöms därmed vara inkluderade i de konservativa olycksfrekvensskattningar som ligger till grund för denna rapport.

4.2 Transportklasser (ADR) och representativa scenarier

I Tabell 2 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenserna det kan bli vid en olycka på RV 70.

Tabell 2 Kortfattad beskrivning av respektive ADR-klass, förslag på ämnen och konsekvensbeskrivning.

Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, m.m.	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.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon) oxiderande gaser (syre, ozon) Brandfarliga gaser (acetylen, gasol) Giftiga gaser (klor, svaveldioxid).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel, transporteras i tankar som rymmer max 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen. Organiska peroxider.	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat, ammoniumnitrat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer> 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
6	Giftiga ämnen. Smittförande ämnen.	Arsenik-, bly-, och kvicksilversalter, bekämpningsmedel.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut).	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Konsekvenserna vid olyckor med farligt gods kan hänföras till tre olika händelser eller en kombination av dessa:

- Brand
- Explosion
- Utsläpp av giftigt och/eller frätande ämne

Brandfarliga fasta ämnen, ADR-klass 4, samt övriga ämnen, ADR-klass 9, utgör generellt ingen betydande fara för omgivningen eftersom konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet medan radioaktiva ämnen, ADR-klass 7, påverkar främst personer som kommer i kontakt med ämnet. Likaså är konsekvenserna vid giftutsläpp, ADR-klass 6, vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet. Klass 4, 6, 7, 8 och 9 bedöms således endast ha begränsade konsekvensområden i mycket nära anslutning till riskkällan.

Utifrån ovanstående kommer endast olyckor i samband med klass 1, 2, 3 och 5 beaktas i riskbedömningen då dessa är vanligast eller har stora konsekvensområden med hänsyn till personsäkerhet.

4.3 Fördelning av transporter av farligt gods på väg

Det finns ingen lokal statistik över transporter av farligt gods på RV 70. Då vägen är en primärled för transport av farligt gods är det dock rimligt att utgå från att alla typer av farligt gods (ADR-klasser) transporteras här. På grund av detta har vi använt nationella siffror för att beräkna individrisken.

I Tabell 3 redovisas ADR-fördelningen utifrån transporterna av farligt gods på svenska vägar, med avseende på antalet transporter.

Tabell 3 Genomsnittlig fördelning av farligt gods på vägarna i Sverige under år 2012-2023 [10].

ADR-klass	Ämne	Genomsnittlig fördelning av farligt gods under perioden 2012-2023 utifrån antalet transporter [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	2,0
2	Gaser	23,0
3	Brandfarliga vätskor	46,7
4	Brandfarliga fasta ämnen	2,4
5	Oxiderande ämnen. Organiska peroxider.	3,6
6	Giftiga ämnen. Smittförande ämnen.	4,7
7	Radioaktiva ämnen	0,2
8	Frätande ämnen	12,8
9	Övriga farliga ämnen	5,0

5 Beräkning av risk

Som tidigare nämnts i utredningen har acceptabla risknivåer avseende individ- och samhällsrisk tagits fram enligt (DNV). För att kunna beräkna individ- och samhällsrisken måste först och främst sannolikheten för att det sker en transport av farligt gods olycka på RV 70 beräknas. I nedanstående kapitel presenteras beräkningsgången för att få fram sannolikheten att det uppstår en olycka med transport av farligt gods på RV 70.

5.1 Olyckor med transporter med farligt gods

Transport av farligt gods på RV 70 innebär en risk för trafikolyckor med efterföljande utsläpp av godset. Olycksfrekvensen för dessa händelser beräknas i enlighet med gällande praxis genom VTI-modellen.

5.2 Beräkningsunderlag

En kort sammanställning av indata för beräkningarna presenteras i Tabell 4 nedan. Beräkningsunderlaget redovisas mer utförligt i kapitel 3 och detaljer kring frekvensberäkningar och konsekvensavstånd finns i bilagorna.

Tabell 4 Genomsnittlig fördelning av farligt gods på vägarna i Sverige under år 2012-2023 [10].

Parameter	Indata
ÅDT[10] total prognos 2045	11 715/dygn
ÅDT tung prognos 2045	787*1,012[20]= 1 000/dygn
Andel farligt godstransporter	1,25 %
Skyltade fordon med farligt gods	1 000*0,0125 ≈ 13 fordon/ dygn
Hastighet	80 km/h för tung lastbilstrafik på landsväg.
Väglängd	1 km

Hastigheten på vägen är hämtad från Trafikverkets verktyg ”NVDB på webb” (2022). Andelen transporter av farligt gods har uppskattats utifrån tillgänglig nationell statistik från myndigheten Trafikanalys [10]. Under åren 2012 - 2023 har andelen transporter av farligt gods motsvarat cirka 1,25 procent av inrikestrafiken i Sverige, med avseende på antalet transporter.

5.3 Beräkningar trafikolycka

Detta avsnitt redovisar beräkningen av olycksfrekvensen för den vägsträcka som löper förbi planområdet. Inledningsvis analyseras skadescenariot för en generell trafikolycka. Detta resultat ligger sedan till grund för frekvensberäkningarna av specifika scenarier kopplade till transporter av farligt gods. Beräkningsmetodiken baseras på MSB:s rapport ”Farligt gods – riskbedömning vid transport” [11].

Faktorer som påverkar beräkningarna är:

- Antal fordonkm – aktuell sträcka × antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

5.3.1 Trafikolycka allmänt

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablonolyckskvot i Tabell 2.2 [11] för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning. Som går att utläsa ur tabell 4 begränsas hastigheten för tunglastbilstrafik till 80 km/h på landsväg, däremot har olyckskvot för hastigheten på 110 km/h använts i beräkningarna vilket bedöms vara konservativt. Olyckskvot blir därmed 0,28 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

Det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$Totaltrafikarbete = 365\ dygn\ x\ Årsmedeldygnstrafik\ x\ Aktuell\ vägsträcka$$

$$Totaltrafikarbete = 365\ x\ 11\,715\ x\ 1 = 4\,275\,975$$

$$Antal\ förväntade\ fordonsolyckor = O = Olyckskvot\ x\ Totaltrafikarbete\ x\ 10^{-6}$$

$$Antal\ förväntade\ fordonsolyckor = O = 0.28\ x\ 4\ 275\ 975\ x\ 10^{-6} = 1\ 197273\ x\ 10^{-6} \approx 1{,}20$$

Frekvensen för en trafikolycka beräknas utifrån ovanstående indata. Frekvensen beräknas för total trafik respektive godstrafik på en 1 km vägsträcka i anslutning till det aktuella planområdet.

Scenario	Olycksfrekvens per år
Trafikolycka totalt	1,20

5.3.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation [11].

$$Antal\ fordon\ skyltade\ med\ farligt\ gods\ i\ trafikolyckor =$$

$$O_{FaGo} = 0 \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X \cdot x^2))$$

$$O_{FaGo} = 1{,}20\ x\ ((0{,}0011\ x\ 0{,}5) + (1 - 0{,}5) \cdot (2\ x\ 0{,}0011\ x\ (0{,}0011)^2)) \approx 6{,}60\ x\ 10^{-4}$$

Där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt gods transporter/med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 50 %) för aktuell vägsträcka [11].

Scenario	Olycksfrekvens per år
Trafikolycka farligt gods olycka totalt	$6{,}60 \times 10^{-4}$

Beräkningen utgår från att olycksrisken är oberoende av lastbilens specifika last. Sannolikheten för en olycka med farligt gods styrs i stället helt av dess andel av det totala antalet transporter. På samma sätt antas fördelningen av olyckor inom varje farlighetsklass motsvara klassens andel av den totala transportvolymen.

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, vilket har sammanställts i ett händelseträd som redovisas i kapitlet nedan.

5.3.3 Händelseträd

Det första steget för att ta fram ett händelseträd är att beräkna sannolikheten för att det sker en farligt gods olycka på RV 70, vilket har gjorts enligt ovanstående beräkningar. Beräkningarna i ovanstående kapitel visar att sannolikheten för att det sker en farligt gods olycka på RV 70 är $6{,}60*10^{-4}$, vilket är en relativt låg sannolikhet. Nästa steg i händelseträdet är att verifiera sannolikheten för att det inträffar en farligt gods olycka med ett specifikt ämne. Här finns det 9 stycken olika ADR-klasser varav ADR-klass 1, 2, 3 och 5 har ansetts vara relevanta att analysera vidare i riskutredningen. Övriga ADR-klasser som inte kommer att beaktas i utredningen tas med i händelseträdet och ansätts som ”Påverkar ej”. Nedan görs det en ingående beskrivning av sannolikheten för respektive ADR-klass.

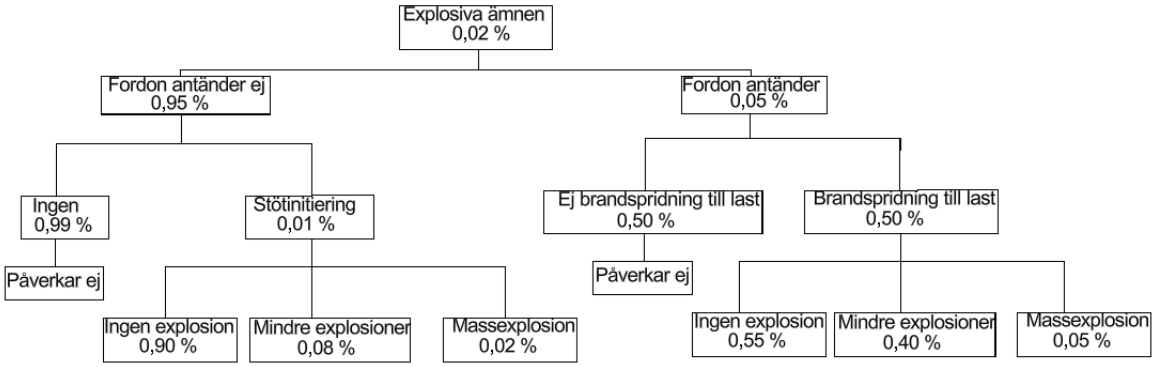
ADR-klass 1, Explosiva ämnen:

Sannolikheten för att det inträffar en farligt gods olycka med explosiva ämnen har kunnat utläsas ur tabell 3 som baseras på indatan från Trafikanalys ” Lastbilstrafik Statistik 2023, Statistik 2024:14” Trafikanalys 2024. Som går att utläsa ur tabell 3 är det 2,0 % sannolikhet att transporten innehåller explosiva ämnen,

Bara för att det sker en olycka där en transport transporterar explosiva ämnen behöver det inte betyda att det sker en explosion. Under denna ADR-klass har nästa steg varit att dela upp sannolikheten för att fordonet antänds eller inte. Att fordonet skulle antändas vid en olycka antas vara osannolikt. Sannolikheten att fordonet antänder antas vara 5 % och att det inte antänder 95 %. Vid en antändning av fordonet behöver branden sprida sig till lasten med de explosiva ämnena för att det ska kunna ske en explosion. Har fordonet fattat eld bedöms sannolikheten att även lasten påverkas vara stor. Därav antas det vara 50 % sannolikhet att en brand i fordonet även skulle kunna påverka det lastade explosiva ämnet. Hur stor explosionen blir när även lasten har påverkats av branden beror på vad det är för ämne som transporteras. Som nämns senare i utredningen delas denna ADR-klass in i sex olika typer av riskgrupper utifrån brand, massexplosion, splitter och kaststycken. För att göra beräkningarna konservativa antas hela transporten innehålla ämnen som kan leda till massexplosion. Bara för att det sker brandspridning till lasten betyder inte det att en explosion uppstår. Därav har det antagits en sannolikhet att i 55 % av fallen blir det bara en brand som inte lyckas antända de explosiva ämnena som är packade på sådant sätt att de inte ska antända. Därefter har sannolikheten för en mindre explosion ansatts till på 40% och en massexplosion till 5%.

Utöver att en explosion startar p.g.a. en brand i fordonet kan även stötinitiering föranleda en explosion. Detta innebär att fordonet får en större smäll vid olyckan så att det explosiva ämnet påverkas av tillräcklig kraft som omvandlar den mekaniska energin till värme i ämnet. Fordon med explosiva ämnen ska vara packade så att yttre påverkan på de explosiva ämnena inte ska kunna ske. Det krävs således extremt stora krafter för att ämnena ska påverkas av stötinitiering. Därför har sannolikheten för ett sådant scenario ansats till 1 % sannolikhet. Precis som nämnts ovan beror storleken på explosionen på vad det är för typ av ämne som transporteras. I och med att det kommer krävas stora krafter för att ämnena ska påverkas av en stötinitiering har sannolikheten att det inte sker någon explosion trots stötinitiering ansatts till 90 %, en mindre explosion till 8 % och en massexplosion till 2%.

I figuren nedan visas den del av händelseträdet som berör ADR-klass 1.



Figur 12. Del av händelseträdet som berör ADR-klass 1.

ADR-klass, Gasutsläpp:

ADR-klass 2 delas in tre stycken underkategorier, varav två ska analyseras i denna riskutredning. Kategorierna som ska analyseras benämns 2.1 och 2.3, där 2.1 utgörs av brandfarliga gaser och 2.3 av giftiga gaser.

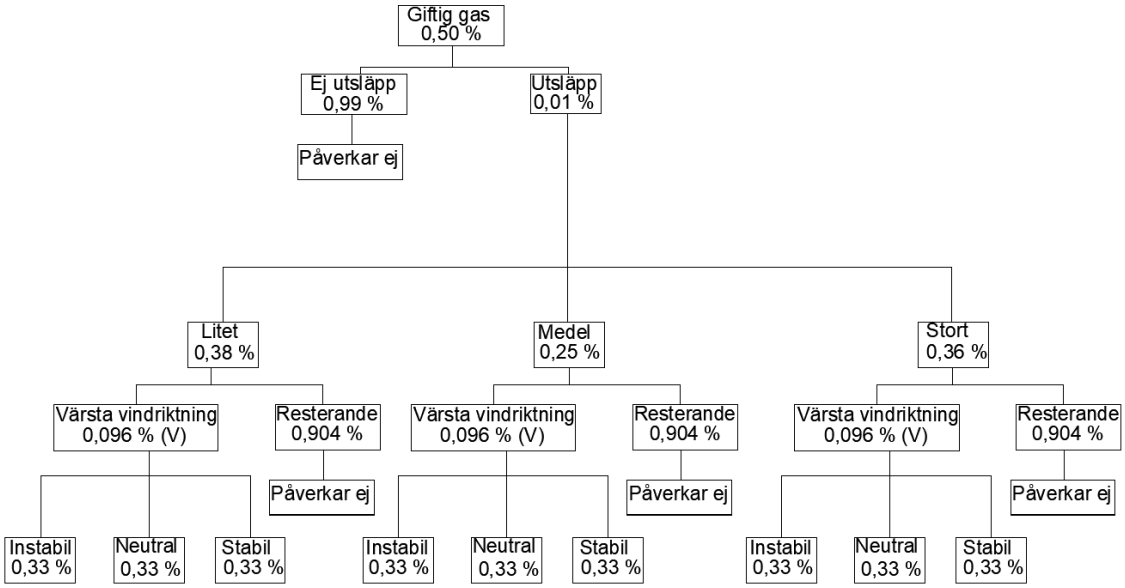
Sannolikheten för att det inträffar en farligt gods olycka med gasutsläpp har kunnat utläsas ur tabell 3 som baseras på indatan från Trafikanalys ” Lastbilstrafik Statistik 2023, Statistik 2024:14” Trafikanalys 2024. Som går att utläsa ur tabell 3 är det 23 % sannolikhet att transporten innehåller gaser. Därefter delas händelseträdet upp i två kategorier antingen giftig gas eller brännbar gas, vilket har antagits vara 50 % vardera. Oberoende om det är en giftig gas eller brännbar gas är nästa steg att se över sannolikheten för att det blir ett utsläpp eller inte. Fördelning har ansatts till 1 % att det blir ett utsläpp och 99 % att det inte blir det ett utsläpp. Denna fördelningen har även kunnat påvisas i andra upprättade riskutredningar för liknande scenarion, varpå det bedöms vara applicerbart även här. Resterande underkategorier i händelseträdet varierar något beroende på om det är ett giftigt gasutsläpp eller ett utsläpp med brännbar gas. En mer ingående beskrivning av dessa görs nedan.

Giftigt gasutsläpp:

Blir det ett giftigt gasutsläpp har nästa underkategori delats upp i litet, medelstort eller stort utsläpp, vilket kan variera beroende på omfattningen av en olycka som sker på vägen. Enligt RIKTSAM ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen” upprättad av Länsstyrelsen i Skåne har en fördelning av storleken på eventuella utsläpp på väg tagits fram, vilken bedöms kunna appliceras även här. I RIKTSAM har sannolikheten för ett litet utsläpp ansats till 37,5 % (10 mm), sannolikheten för ett medelstort utsläpp till 25% (30 mm) och ett stort utsläpp till 37,5 % (110 mm).

Utöver storleken på utsläppen har vindriktningen en stor betydelse för risken för personerna som bor på äldreboendet. Som nämnts i kapitel 3.5 har statistik avseende vindhastighet och vindriktning kunnat tas fram utifrån SMHI vindstatistik. Då äldreboendet är beläget väster om RV 70 är det den östliga vinden som är den mest kritiska. Enligt statistiken som går att utläsa ur den framtagna vindrosen ä sannolikheten för en östlig vind ca 9,6 % under ett år. Resterande scenarion med en annan vindriktning bedöms inte ha någon direkt påverkan på det berörda äldreboendet.

Det sista steget i händelseträdet utgörs av hur starka vindarna är när det blåser östliga vindar mot äldreboendet. Denna kategori har delats in i tre stycken delkategorier instabil, neutral och stabil. De tre delkategorierna utgörs av stabilitetsklasser där instabil stabilitetsklass innefattar vindhastigheter mellan 1-4 m/s (främst under soliga dagar), neutrala över 5 m/s (mulet väder eller under stormiga förhållanden) och stabil 1-4 m/s (förekommer under klara, lugna nätter när marken kyls ner). Då det inte har hittats någon bra statik har det antagits vara lika stor sannolikhet för alla tre kategorier, dvs. 33 %. I figuren nedan visas den del av händelseträdet som utgör giftigt gasutsläpp.

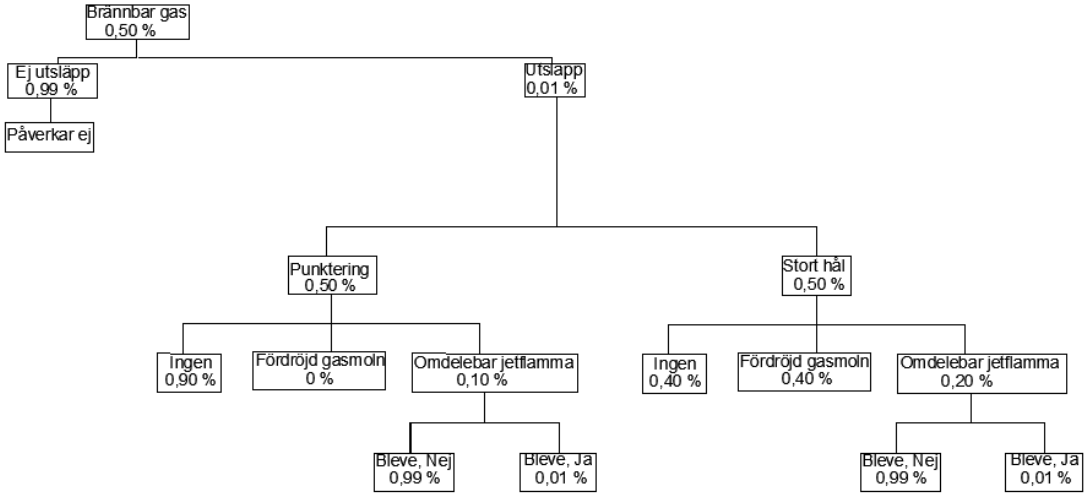


Figur 13. Del av händelseträdet som berör ADR-klass 2.3.

När det gäller brännbara gasutsläpp har underkategorin efter att det blir ett utsläpp ansatts som stort hål eller punktering (ett mindre hål där gas kan läcka ut). Sannolikheten för att det blir ett stort hål respektive en punktering vid olycka har ansatts till 50 %. Anledningen till att hålbilden skiljer sig mellan brännbar gas och giftig gas är för att det är svårt att beskriva medelstora jetflammor och dess konsekvenser till en eventuell BLEVE. Dock har sannoliketen för ett stort hål ökats från 36 % till 50 % i detta fall vilket bidrar till att en större olycka med alvarligare konsekvenser kan ske mer frekvent. De 25 % för ett medelstort hål bedöms vara inbakat i sannolikheterna för stort hål och punktering för de brännbara gaserna.

Under kategorin stort hål och punktering har tre likadana underkategorier tagits fram. Det är dels att det blir en omedelbar jetflamma, fördröjt gasmoln som kan antändas senare samt att gasen inte antänds alls. För dessa tre kategorier variera sannolikheten beroende på om det är ett stort hål eller punktering. Under stort hål har en omedelbart jetflamma antagits vara 20 %, fördröjt gasmoln 40 % och att gasen inte antänder 40 %. Medan för en punktering har sannolikheten för omedelbar jetflamma ansatts till 10 %, fördröjt gasmoln till 0% och att gasen inte antänder 90 %. Anledningen till att ett fördröjt gasmoln har ansatts till 0% vid en punktering är för att hålet kommer vara så pass litet att det kommer ta väldigt lång tid innan ett tillräckligt stort gasmoln bildas som kan utgöra en risk för äldreboendet.

Om det blir en omdelbar jetflamma föreligger även en risk för att det bildas en BLEVE. Sannolikheten att det bildas en BLEVE bedöms vara väldigt låg och har därmed antagits till 1% vid både stort läckage och ett mindre läckage i form av punktering. I figuren nedan visas den del av händelseträdet som utgör brännbart gasutsläpp.



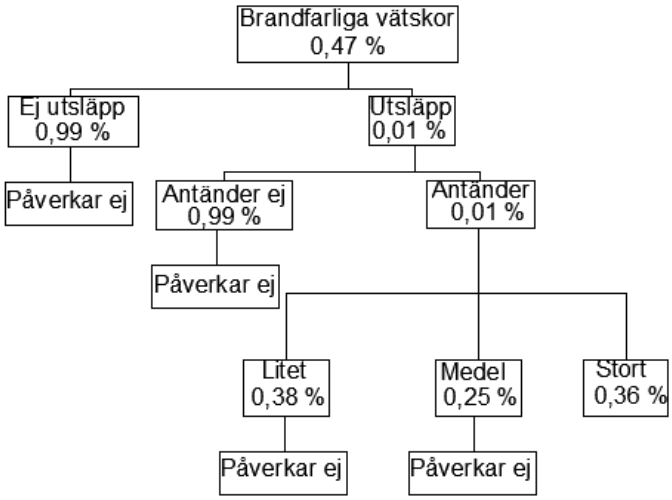
Figur 14. Del av händelseträdet som berör ADR-klass 2.1.

ADR-klass 3, Brandfarliga vätskor:

Sannolikheten för att det inträffar en farligt gods olycka med brandfarliga vätskor har kunnat utläsas ur tabell 3 som baseras på indatan från Trafikanalys ” Lastbilstrafik Statistik 2023, Statistik 2024:14” Trafikanalys 2024. Som går att utläsa ur tabell 3 är det 46,7 % sannolikhet att det är brännbara vätskor. Därefter har scenariot delats in i två kategorier; utsläpp eller inget utsläpp. Sannolikheten att det sker en sådan olycka att ett vätskeutsläpp sker bedöms vara väldigt låg och har antagits till 1 %. För att detta scenario ska utgöra en risk för äldreboende räcker det inte att den brandfarliga vätskan läcker ut, utan den måste även antändas. Sannolikheten att den brandfarliga vätskan antänder vid en olycka anses även den vara väldigt låg, varpå sannolikheten ansatts till 1%. Sker det en olycka där ett vätskeutsläpp sker som sedan antänder varierar konsekvenserna för äldreboendet beroende på om det är ett litet, medelstort eller stort utsläpp.

Därefter kan konsekvenserna för äldreboende variera beroende på om det är ett litet, medelstort eller stort vätskeutsläpp. Enligt RIKTSAM ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen” upprättad av Länsstyrelsen i Skåne har en fördelning av storleken på eventuella utsläpp på väg tagits fram, vilken bedöms kunna appliceras. I RIKTSAM har sannolikheten för ett litet utsläpp ansats till 37,5 %, sannolikheten för ett medelstort utsläpp till 25% och ett stort utsläpp till 37,5 %. Som går att utläsa är sannolikheten för ett stort utsläpp lika stort som ett litet och större än ett medelstort utsläpp. Detta gör att det räcker att beräkna scenariot för ett stort vätskeutsläpp. Uppfylls risknivåerna vid ett stort utsläpp uppfylls det även i de andra scenariona.

I figuren nedan visas den del av händelseträdet som berör ADR-klass 3.



Figur 15. Del av händelseträdet som berör ADR-klass 3.

ADR-klass 4, Brandfarliga fasta ämnen:

Ett exempel på ett fast ämne som ingår i ADR-klass 4 är tändstickor, kol, fiskmjöl och magnesiumpulver. Dessa typer av ämnen bedöms inte ha någon större inverkan på personerna som bor på äldreboendet och analyseras inte vidare i utredningen.

ADR-klass 5, Oxiderande ämnen:

Oxiderande ämnen utgörs av t.ex. ammoniumnitrat som ingår i många gödningsmedel. Sannolikheten för att det inträffar en farligt gods olycka med ett oxiderande ämne har kunnat utläsas ur tabell 3 som baseras på indatan från Trafikanalys ” Lastbilstrafik Statistik 2023, Statistik 2024:14” Trafikanalys 2024. Som går att utläsa ur tabell 3 är det 3,6 % sannolikhet att transporten innehåller oxiderande ämne. Därefter har scenariot delats in i två kategorier utsläpp eller inget utsläpp. Sannolikheten att det sker en sådan olycka att ett vätskeutsläpp sker bedöms vara väldigt lågt och har antagits till 1 %, precis som för ovanstående ADR-klasser.

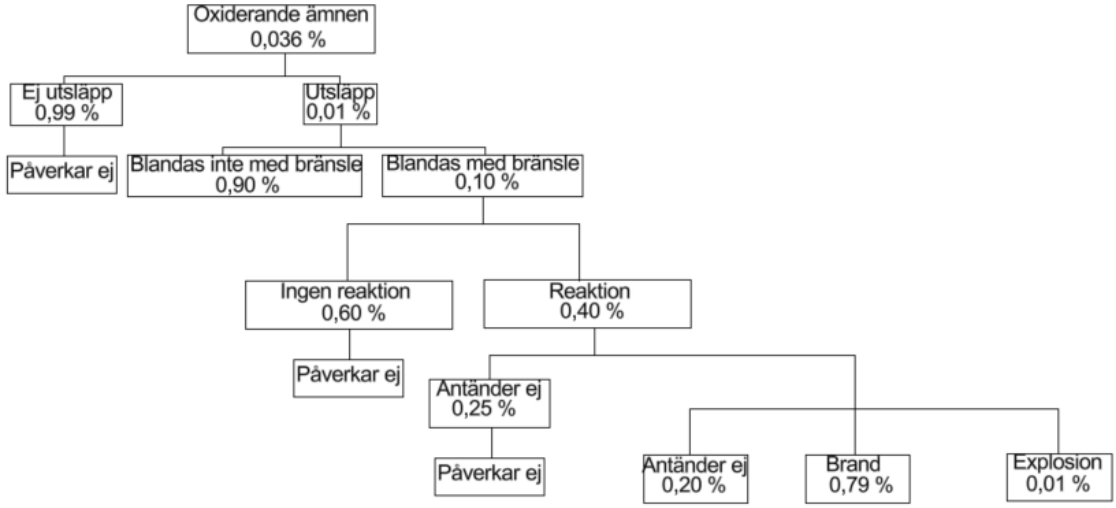
Ett oxiderande ämne är ett ämne som är brandunderstödjande, vilket innebär att det får andra material att brinna kraftigare och snabbare genom att avge syre under en kemisk reaktion. Detta innebär att de oxiderande ämnena måste komma i kontakt med t.ex. brandfarliga ämnen för att börja oxidera. Sannolikheten för att det sker ett utsläpp som sedan kommer i kontakt med fordonets bränsle har ansatts till 5 % och 95 % att det inte blandas med bränslet. Anledningen till denna sannolikhet är att olyckan förutsätter att både lagringsutrymmet och fordonets bränsletank går sönder i olyckan samt att ämnena ska komma i kontakt med varandra.

Det finns många olika typer av oxiderande ämnen. Bara för att ämnet kommer i kontakt med bränslet från ett fordon (bensin eller diesel) behöver det inte innebära att det uppstår en reaktion. Det finns oxiderande ämnen som inte ger upphov till en reaktion med t.ex. bensin eller diesel.

Då denna sannolikheten är svår att få indata på har den ansatts till 50 % att det sker en reaktion kontra att det inte sker någon reaktion.

När en reaktion väl har startat bedöms sannolikheten för att en brand uppstår vara relativt hög och har därför antagits vara 79 %. Däremot bedöms risken för en explosion med oxiderande ämnen vara låg då blandningen av bränslet och det oxiderande ämnet lär ske utomhus och då finns ingen riktig tryckuppbyggnad. Därför har sannolikheten för en explosion ansatts till 1 % och att det inte sker någonting alls till 20 %.

I figuren nedan visas den del av händelseträdet som berör ADR-klass 5.



Figur 16. Del av händelseträdet som berör ADR-klass 5.

ADR-klass 6, 7, 8 och 9:

Att frätande, giftiga eller radioaktiva ämnen skulle påverka personerna som befinner sig på äldreboende förefaller mycket osannolikt. För att personerna ska påverkas av dessa typerna av ämne behöver de komma i direkt kontakt med ämnet, vilket innebär att vid en olycka måste ämnet färdas 50 meter för att ens nå äldreboendet. Detta bedöms inte vara ett rimligt scenario då det kommer krävas stora krafter för att bara få ämnet att läcka ut från transporten. Dessa ADR-klasser analyseras därför inte vidare i riskutredningen utan ansätts som ”Påverkar ej” i händelseträdet.

5.4 Individrisk

För att beräkna individrisken för personerna som befinner sig på äldreboendet beläget på fastigheten kv. Norden 1 används följande ekvation nedan:

$$Individrisk = fx \frac{2x\sqrt{r^2 - d^2}}{L} x \frac{\alpha}{360}$$

Där

f = frekvensen för respektive scenario (årkm)
r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)
d = avstånd från transportleden (m)
L = längden på den undersökta delen av transportleden förbi området (m)
α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

Tidigare i handlingen har det utförts beräkningar för att få fram sannolikheten att det sker en olycka på RV 70. Därefter har det tagit fram ett händelseträd för att kunna få ut frekvensen för respektive scenario som kommer att beskrivas nedan.

Avståndet från transportleden till närmsta delen av äldreboendet har uppmätts till ca 50 meter, längden på den undersökta delen av transportleden har ansatts till 1 km, spridningsvinkel för de olika scenarion redovisas i kapitel 3.6. Detta innebär att det endast är konsekvensavståndet som återstår för att kunna ta fram individrisken för de olika olycksscenariona. Konsekvensavståndet kommer att beräknas under respektive scenario då det varierar beroende på om det är gas som drar in över äldreboendet eller om det är en brandfarlig vätska som antänder och strålar mot boendet. Nedan görs beräkningarna för respektive olycksscenario som har ansätts vara relevant i denna riskutredning.

5.4.1 Individrisk vid explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål som ingår i ADR-klass 1 delas i sig upp i sex olika riskgrupper utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. För att vara konservativ i beräkningarna antas hela transporten innehålla explosiva ämnen som innefattas av riskgrupp 1.1. Ämnen som innefattas av riskgrupp 1.,1 utgör en risk för massexplosion (en massexplosion är en explosion som påverkar så gott som hela mängden samtidigt). Maximalt tillåten vikt explosiva ämnen som får transporteras på väg uppgår till 16 ton. Dock innefattar de flesta transporter endast små nettomängder av massexplosiva varor. Som går att utläsa ur händelseträdet har scenariot med explosiva ämnen delats in i två kategorier, dvs. massexplosion samt mindre explosioner. För kategorin massexplosion antas fordonet vara helt fullt med 16 ton explosiva ämnen, medan för en mindre explosion har mängden explosiva ämnen antagits vara 2 ton. Nedan görs beräkningar avseende riskavståndet för de två kategorierna.

Enligt handboken ”Hantering av explosiva varor” upprättad av Myndigheten för civilt försvar kan olika typer av riskavstånd beräknas beroende på vad byggnaden, i detta fallet äldreboende, hamnar i för huvudgrupp. I handboken delas huvudgrupperna in i skyddsvärda objekt av särskild omfattning, huvudgrupp 1, huvudgrupp 2 och huvudgrupp 3, se beskrivning av respektive grupp:

- Skyddsvärda objekt av särskild omfattning, är områden, byggnader eller anläggningar där vanligtvis minst 100 personer uppehåller sig och där olyckor kan innebära allvarliga konsekvenser för människors liv och hälsa. Exempelvis sjukhus, skolor och större flygplatser.
- Huvudgrupp 1, är områden, byggnader eller anläggningar där fler än 10 personer vanligen uppehåller sig eller anläggningar där skador skulle innebära stora ekonomiska konsekvenser. Exempelvis tättbebyggt område eller fritidshusområde, större samlingslokaler, idrottsanläggningar och kyrkor.
- Huvudgrupp 2, är områden, byggnader eller anläggningar där 10 personer eller färre vanligen uppehåller sig eller platser med stora kulturella värden eller miljövärden i områden med tydliga gränser. Exempelvis två eller färre bostads- eller fritidshus.
- Huvudgrupp 3, trafikled med måttlig trafiktäthet.

Utifrån beskrivningen av huvudgrupperna som benämns i handboken bedöms äldreboendet hamna inom huvudgrupp 1. I tabell 13 i handboken har ekvationer tagits fram för ämnet trotyl. Ekvationen som gäller explosiva ämnen enligt riskgrupp 1.1. för huvudgrupp 1 lyder på följande sätt:

$$A = 30\sqrt[3]{Q}$$

Där Q utgör mängden explosiva ämnen i antalet kg. Om transporten innehåller 16 ton (16 000 kg) trotyl skulle detta medför ett avstånd på ca 756 meter, medan en mindre transport på 2 ton (2 000 kg) ger ett avstånd på 378 meter.

Beräkningarna är baserade på effekten av stötvågen från en detonation i en friliggande laddning trotyl. En människa som befinner sig på det framtagna avståndet förväntas överleva stötvågen från en sådan explosion utan allvarliga skador men kan troligtvis inte gå därifrån helt opåverkad. Fönster och dörrar på byggnader löper risk att krossas men väggar står kvar. Splitter och kaststycken kan däremot slungas längre än de framräknade avståndet men risken att skadas allvarligt av detta bedöms som obetydlig vid det framtagna avståndet [15]. Med andra ord är äldreboende inom de framtagna avstånden och kan därmed påverkas i stor utsträckning av en explosion. Individrisken för respektive kategori beräknas nedan:

Individrisk för massexplosion via brandspridning till lastutrymmet:

Det första steget är att beräkna frekvensen för en sådan här olycka vilket görs med de framtagna sannolikheterna i händelseträdet:

f = 0,00066 x 0,02 x 0,05 x 0,5 x 0,05 ≈ 1,65 x 10^{-8}

När frekvensen för olyckan samt riskavståndet är framtaget kan nu individrisken beräknas med ekvationen som presenterats ovan:

$$Individrisk_{massexplosion} = 1{,}65x10^{-8}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{756^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{360}{360} \approx 2{,}49x10^{-8}$$

Individrisk för mindre explosioner via brandspridning till lastutrymmet:

Precis som ovan beräknas först frekvensen för denna typen av olycka enligt följande:

f = 0,00066 x 0,02 x 0,05 x 0,5 x 0,40 ≈ 1,32 x 10^{-7}

När frekvensen för olyckan samt riskavståndet är framtaget kan nu individrisken beräknas med ekvationen som presenterats ovan:

$$Individrisk_{mindre\ explosion} = 1{,}32x10^{-7}x\ \frac{2\ x\ \sqrt{378^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{360}{360} \approx 9{,}89x10^{-8}$$

Som nämnts i händelseträdet kan en explosion även starta via stötinitiering. Individrisken för ett sådant scenario beräknas till följande:

Individrisk för massexplosion via stötinitiering:

Precis som ovan beräknas först frekvensen för denna typen av olycka enligt följande:

Massexplosion:

f = 0,00066 x 0,02 x 0,95 x 0,01 x 0,02 ≈ 2,51 x 10^{-9}

Mindre explosion:

f = 0,00066 x 0,02 x 0,95 x 0,01 x 0,08 ≈ 1,00 x 10^{-8}

När frekvensen för olyckan samt riskavståndet är framtaget kan nu individrisken beräknas med ekvationen som presenterats ovan:

$$Individrisk_{massexplosion} = 2{,}51x10^{-9}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{756^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{360}{360} \approx 3{,}77x10^{-9}$$

$$Individrisk_{mindre\ explosion} = 1{,}00x10^{-8}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{378^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{360}{360} \approx 7{,}45x10^{-9}$$

5.4.2 Individrisk vid gasutsläpp

Gasutsläpp har delats in i två olika kategorier; giftiga gasutsläpp och brännbara gasutsläpp. För att beräkna riskavståndet för gasutsläppen har ALOHA-beräkningar utförts. ALOHA är modelleringsverktyg som används för att beräkna spridning och konsekvensområden vid utsläpp av farliga ämnen utifrån definierade utsläpps- och meteorologiska förhållanden. En mer ingående beskrivning av beräkningarna presenteras i Bilaga 3. Gaserna som har antagits är klor för giftiga gasutsläpp och propan för brännbara gasutsläpp.

Giftigt gasutsläpp (Klor):

Riskavstånden avseende giftigt gasutsläpp baseras på där koncentrationen i luften blir så pass hög att det finns risk för dödsfall redan efter 10 minuter. Temperaturen som har använts i dessa beräkningarna är 20°C, vilket bedöms vara ett konservativt antagande då medeltemperaturen generellt är betydligt mycket lägre i verkligenheten. Beräkningarna gav då följande riskavstånd.

- Litet gasutsläpp: 747 meter
- Medelstort gasutsläpp: 2 200 meter
- Stort gasutsläpp: 3 500 meter

När konsekvensavstånden är framtagna kan frekvenserna beräknas för de olika utsläppen för att sedan kunna ta fram individriskerna. I och med att konsekvenserna kan variera beroende på de olika stabilitetsklasserna har sannolikheten på 0,33 multiplicerats med 3 för att få med samtliga konsekvenser, se nedan:

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,38 x 0,096 x 0,33 x 3 ≈ 2,74 x 10^{-9}

$$Individrisk_{litet\ gasutsläpp} = 2{,}74x10^{-9} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{764^2 - 50^2}}{1\,000} \cdot \frac{15}{360} \approx 1{,}74x10^{-10}$$

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,25 x 0,096 x 0,33 x 3 ≈ 1,80 x 10^{-9}

$$Individrisk_{medelstort\ gasutsläpp} = 1{,}80x10^{-9} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{2\,400^2 - 50^2}}{1\,000} \cdot \frac{15}{360} \approx 3{,}60x10^{-10}$$

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,36 x 0,096 x 0,33 x 3 ≈ 2,60 x 10^{-9}

$$Individrisk_{\ stort\ gasutsläpp} = 2{,}60x10^{-9} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{3\,500^2 - 50^2}}{1\,000} \cdot \frac{15}{360} \approx 7{,}58x10^{-10}$$

Brännbar gas (Propan):

Enligt ALOHA-beräkningarna ges följande konsekvensavstånd för de värsta scenariona avseende brännbara gaser som ger potentiellt dödlighet inom 60 sekunder.

Stort utsläpp:

- Fördröjt gasmoln: 378 meter
- Jetflamma: 92 meter
- BLEVE: 359 meter

Punktering:

- Fördröjt gasmoln: 0 meter
- Jetflamma: 10 meter (når inte fram till äldreboendet och behöver inte beaktas vidare)
- BLEVE: 359 meter

När konsekvensavstånden är framtagna kan frekvenserna beräknas för de olika utsläppen för att sedan kunna ta fram individriskerna, se nedan:

Stort utsläpp:

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,5 x 0,4 ≈ 1,52 x 10^{-8}

$$Individrisk_{\,Stort,fördröjt\ gasmoln} = 1{,}52x10^{-8}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{378^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{15}{360} \approx 4{,}75x10^{-10}$$

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,5 x 0,2 ≈ 7,59 x 10^{-9}

$$Individrisk_{\,Stort,jetflamma} = 7{,}59x10^{-9}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{92^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{15}{360} \approx 4{,}88x10^{-11}$$

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,5 x 0,2 x 0,01 ≈ 7,59 x 10^{-11}

$$Individrisk_{\,Stort,BLEVE} = 7{,}59x10^{-11}\ x\ \frac{2\ x\ \sqrt{359^2 - 50^2}}{1\ 000}\ x\ \frac{360}{360} \approx 5{,}40x10^{-11}$$

Punktering:

f = 0,00066 x 0,023 x 0,5 x 0,01 x 0,5 x 0,10 x 0,01 ≈ 3,76 x 10^{-11}

$$Individrisk_{\,Punktering,BLEVE} = 3{,}07x10^{-11}\ .\ \frac{2\cdot\ \sqrt{359^2 - 50^2}}{1\ 000}\ \cdot\ \frac{360}{360} \approx 2{,}18x10^{-11}$$

5.4.3 Individrisk vid utsläpp av brandfarliga vätskor

Den vanligast förekommande brandfarliga vätskan som transporteras på väg bedöms vara bensin. Bensin klassas som en vätska med flampunkt under 30°C vilket innebär att flampunkten understigs vid normalt väder. Som tidigare nämnts i utredningen bedöms inte vindriktningen och vindhastigheten ha någon större inverkan vid en sådan här olycka, då fordonet krockar eller kör av vägen, bensin läcker ut och antänds. Vätskepölen som antänds bedöms uppkomma i närheten av fordonet. Troligen kommer spillet till stor del rinna ifrån byggnaden och samlas i diket då marken har svag lutning i denna riktning. Detta medför att vätskepölen förväntas vara belägen ca 50 meter bort från äldreboende. För att kontrollera om en brand kan förväntas utgöra någon risk för äldreboendet utförs strålningsberäkningar enligt ekvationerna i bilaga 3. Där acceptanskriteriet för byggnader avseende strålning uppgår till 15 kW/m^2 enligt byggreglerna. Överstiger den infallande strålningen 15 kW/m^2 bedöms det vara relevant att beräkna individrisken men understiger strålningsnivån 15 kW/m^2 bedöms de brandfarliga vätskorna inte utgöra en risk för äldreboendet.

I strålningsberäkningarna antas vätskan antingen rinna 10 meter från fordonet, alternativt kastas ut ur fordonet vid en olycka och hamna ca 10 meter närmare äldreboendet och antända. I och med att marknivån inte lutar ner mot äldreboendet bedöms det inte ske någon längre spridning än 10 meter ifrån vägen. Mellan äldreboende och vägen är där ett öppet fält varpå jorden kommer att stoppa spridningen då en del av vätska sugs ner i jorden. Syftet med strålningsberäkningarna är att se huruvida en brand på ett avstånd om 40 meter utgör en risk för personerna på äldreboendet.

Som nämnts i händelseträdet bedöms det endast vara relevant att räkna på ett stort utsläpp. Uppfylls risknivåerna vid ett stort utsläpp uppfylls de även i övriga fall avseende en brand. Diametern samt flamhöjden på branden har antagits. För att vara konservativ antas en flamhöjd på 10 meter höga flammor och diametern på vätskepölen ansätts till 30 meter.

Detta medför en brand som med en strålande yta som är 30 meter bred och 10 meter hög mot äldreboendet. Temperaturen på branden har ansatts till 1 100°C och strålningen sker helt parallellt mot äldreboendet.

Med ovanstående indata ges en infallande strålning mot äldreboendet på ca 11 kW/m^2. Slutsatsen av strålningsberäkningarna blir att en brand i närheten av RV 70 inte förväntas ge upphov till en tillräckligt hög infallande strålning för att utgöra en risk för äldreboendet. För ADR-klass 3 bedöms därmed inga vidare beräkningar behöva vidtas avseende individrisk.

5.4.4 Individrisk vid utsläpp av oxiderande ämnen

Som tidigare nämnt kan transport av oxiderande ämnen leda till både brand och eventuellt explosion. För att detta ska ske måste en kemisk reaktion starta, dvs. det oxiderande ämnet måste komma i kontakt med ett brännbart ämne. Det som måste ske vid olyckan är att både det oxiderande ämnet läcker ut från transporten i kombination med att bränsletanken till fordonet går sönder så att det finns en risk för att bränslet kommer i kontakt med det oxiderande ämnet. Utifrån händelseträdet ges följande sannolikheter avseende brand och explosion se nedan.

Brand:

$f = 0{,}00066 \times 0{,}036 \times 0{,}01 \times 0{,}1 \times 0{,}4 \times 0{,}79 \approx 7{,}51 \times 10^{-9}$

Explosion:

$f = 0{,}00066 \times 0{,}036 \times 0{,}01 \times 0{,}1 \times 0{,}4 \times 0{,}01 \approx 9{,}50 \times 10^{-11}$

Som går att utläsa ur frekvensberäkningarna ovan är sannolikheten för att det ska ske en explosion med oxiderande ämnen på RV 70 väldigt låg. I och med att frekvensen för en explosion har en sannolikhet på 10^{-11} bedöms den inte ha någon inverkan på varken individrisken eller samhällrisken och har därför inte behövts analyseras vidare i utredningen. En explosion p.g.a. oxiderande ämnen bedöms även medföra mindre konsekvenser än om explosiva ämnen enligt ADR-klass 1 antänds och exploderar. Uppfylls risknivåerna för ADR-klass 1 bedöms en explosion p.g.a. oxiderande ämnen även kunna innefattas där.

När det gäller en brand har det kunnat konstateras med strålningsberäkningarna för ADR-klass 3 att strålningsnivåerna från en brand vid RV 70 inte når kritisk strålning. En brand med brännbara vätskor lär bli betydligt större än en brand p.g.a. oxiderande ämnen då bränslet i ett fordon är begränsat. Bedöms risknivåerna avseende en pölbrand med brandfarliga vätska vara acceptabla bedöms det även uppfyllas för de oxiderande ämnen. Därför har inga vidare beräkningar utförts avseende denna ADR-klass.

5.4.5 Sammanställning av individrisker

I detta kapitel görs en sammanställning av de beräknade individriskerna, se tabellen nedan:

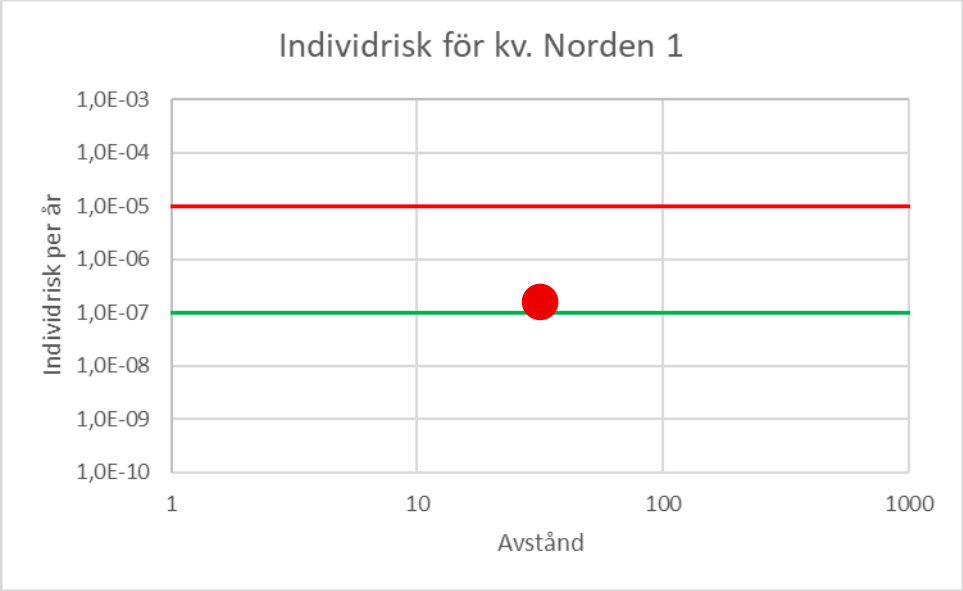
Tabell 5 Sammanställning av individriskerna.

Scenario	Individrisk
ADR-klass 1:	
Explosion, Massexplosion	$2{,}49 \times 10^{-8}$
Explosion, Mindre explosion	$9{,}89 \times 10^{-8}$
Stötinitiering, Massexplosion	$3{,}77 \times 10^{-9}$
Stötinitiering, Mindre explosion	$7{,}45 \times 10^{-9}$

ADR-klass 2.1 och 2.3:	
Litet gasutsläpp, Giftig gas	1,74 x 10^{-10}
Medelstort gasutsläpp, Giftig gas	3,60 x 10^{-10}
Stort gasutsläpp, Giftig gas	7,58 x 10^{-10}
Punktering, BLEVE	2,18 x 10^{-11}
Stort gasutsläpp, fördröjt gasmoln	4,75 x 10^{-10}
Stort gasutsläpp, Jetflamma	4,88 x 10^{-11}
Stort gasutsläpp, BLEVE	5,50 x 10^{-11}
Total individrisk:	**1,37 x 10^{-7}**

I ovanstående tabell har individrisken för respektive scenario adderats ihop till den totala risken att en olycka med transport av farligt gods sker på RV 70 och påverkar personerna som befinner sig på äldreboendet. Som går att utläsa uppgår den totala individrisken till 1,37×10^{-7}.

Jämförs den totala individrisken med acceptanskriterierna framtagna av Det Norske Veritas (DNV) hamnar individrisken inom det så kallade ALARP-området, se nedan.



Figur 17: Den röda cirkeln visar den totala individrisken.

Att individrisken hamnar inom ALARP-området innebär att verksamheten behöver vidta rimliga säkerhetshöjande installationer för att risken ska ses som acceptabel. Riskreducerande åtgärder presenteras i kapitel 6.

5.5 Samhällsrisk

För att beräkna samhällsrisken bygger beräkningarna delvis vidare på de framtagna individriskerna. Där individrisken redovisar risknivån för att en person ska omkomma (utomhus) inom riskavståndet, medan när samhällsrisken beräknas tas även hänsyn till hur många personer som uppehåller sig i effektzonen. För att kunna ta fram samhällrisken behöver antalet omkomna personer beräknas vilket görs enligt nedanstående ekvation.

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

Där

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (km)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

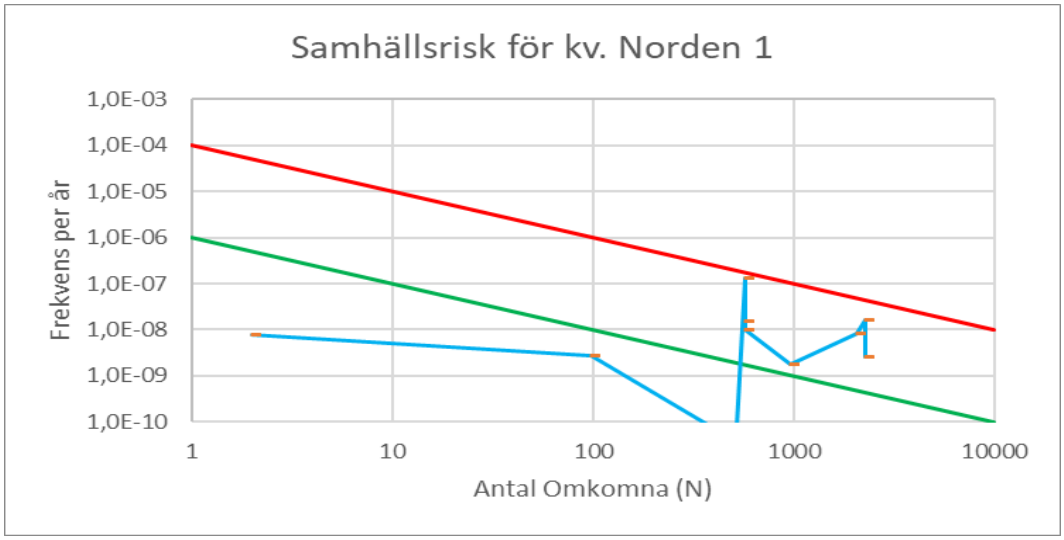
P = populationstätheten (inv/km^2)

Samhällsrisken ska sedan redovisas i ett så kallt F/N diagram där F utgörs av frekvensen för respektive olycksscenario som tagits fram i samband med beräkningarna av individrisken och N av antalet omkomna som beräknas med ovanstående ekvation. Där populationstätheten i tätorten uppgår till 1 275 invånare/km^2, se kapitel 3.2. I nedanstående tabell redovisas de olika scenariona, frekvenserna för respektive scenario, konsekvensavstånden samt det beräknade värdet av antalet omkomna, se nedan.

Tabell 6: Sammanställning av frekvens, konsekvensavstånd och antal omkomna för olika scenarion.

Scenario	Frekvens	Konsekvensavstånd	Antal omkomna
ADR-klass 1:			
Explosion, Massexplosion	1,65 x 10^{-8}	756 meter	2 290 personer
Explosion, Mindre explosion	1,32 x 10^{-7}	378 meter	573 personer
Stötinitiering, Massexplosion	2,51 x 10^{-9}	756 meter	2 290 personer
Stötinitiering, Mindre explosion	1,00 x 10^{-8}	378 meter	573 personer
ADR-klass 2.1 och 2.3:			
Litet gasutsläpp, Giftig gas	2,74 x 10^{-9}	764 meter	98 personer
Medelstort gasutsläpp, Giftig gas	1,80 x 10^{-9}	2 400 meter	962 personer
Stort gasutsläpp, Giftig gas	8,12 x 10^{-9}	3 500 meter	2 045 personer
Punktering, BLEVE	3,76 x 10^{-11}	359 meter	516 personer
Stort gasutsläpp, fördröjt gasmoln	1,52 x 10^{-8}	378 meter	573 personer
Stort gasutsläpp, Jetflamma	7,59 x 10^{-9}	92 meter	2 personer
Stort gasutsläpp, BLEVE	7,59 x 10^{-11}	359 meter	516 personer

Efter att ha beräknat antalet omkomna för respektive olycksscenario kan nu samhällsrisken redovisas i ett F/N diagram, se nedan.



Figur 18: Grön och röd linje visar acceptanskriterierna och den blå linjen (orangea punkterna visar den exakta samhällsrisken) visar samhällsrisken.

Som går att utläsa ur beräkningarna utgör det blåa strecket samhällsrisken medan det gröna är den undre kriteriegränsen och den röda är den övre kriteriegränsen. Detta innebär att även samhällsrisken hamnar inom ALARP-området, dvs. där verksamheten behöver vidta åtgärder för att uppfylla risknivån, vilket presenteras i kapitel 6 nedan.

6 Riskreducerande åtgärder

Beräkningarna både avseende individ- och samhällsrisken hamnar inom det så kallade ALARP-området, dvs. mellan den undre- och övre acceptansgränsen framtagna av Det Norske Veritas (DNV). Att riskerna hamnar mellan acceptansgränserna innebär att det föreligger en risk för personerna på äldreboendet men att risken kan accepteras förutsatt att det vidtas riskreducerande åtgärder.

Som går att utläsa ur beräkningarna är det främst gasutsläpp och explosioner som bedöms kunna medföra en stor påverkan på äldreboendet samt ett stort antal människor. För att personerna som befinner sig på äldreboendet inte ska drabbas av att större mängder gas tar sig in i byggnaden bedöms en riskreducerande åtgärd vara att placera eventuella friskluftsintag/ventilation på motsatt sida av byggnaden än den som vetter mot RV 70.

Det bedöms även vara rimligt att verksamheten själva ska ha möjligheten att kunna stänga av ventilationen helt vid behov. Detta skulle kunna göras genom att installera en manuell avstängning av ventilationen via en miljöbrytare. Miljöbrytaren ska placeras på sådan plats att den är tillgänglig för samtliga personal som befinner sig på äldreboendet. Genom att verksamheten kan stänga ventilationen minskar risken för att personerna som befinner sig på äldreboendet exponeras för giftiga gaser eller andra ämnen.

Utöver ventilationen ska inte utrymningsvägarna från äldreboendet vara placerade på sådant sätt att utrymningen sker öppet mot RV 70. Som går att utläsa i kapitel 3.1 är utrymningstrapphusen redan placerade mot innergården. Detta innebär att personerna alltid har tillgängliga utrymningsvägar då byggnaden skyddar personerna både från strålning och mindre explosioner.

Eventuella boenderum som är belägna med fasad ut mot RV 70 ska inte ha fönster som är öppningsbara. Öppningsbara fönster får istället vätta ifrån RV 70. Om verksamheten ändå vill kunna ha öppningsbara fönster från boenderummen mot RV 70 behöver en annan riskreducerande åtgärd vidtas, dvs. en ridå av träd och buskar behöver anläggas någonstans på fältet mellan äldreboendet och RV 70. Ridån av träd och buskar behöver vara ca 4–5 meter hög för att den ska kunna bedömas ha önskad effekt. Syftet med ridån av träd och buskar är att fördröja spridningen av ett eventuellt gasmoln samt föranleda turbulens i gasmolnet och på så sätt sänka koncentrationen innan gasmolnet når äldreboendet. Uppförs ridån bedöms fönsterna till boenderummen kunna vara öppningsbara. Oavsett rekommenderas det att ridån uppförs då det bedöms vara en bra skyddsbarriär vid eventuella gasutsläpp på RV 70. En ridå av träd och buskar kommer även minska konsekvenserna vid en explosion då tryckvågen kommer att bromsas något.

Olycksscenariona i form av bränder som kan uppstå t.ex. inom ADR-klass 4, dvs. brännbara fasta ämnen bedöms inte medföra någon större risknivå för äldreboendet. Riskutredningen visar att trots att branden har antagits vara 30 meter bred och 10 meter hög på ett avstånd av 40 meter från äldreboendet uppstår ingen kritisk strålningsnivå.

7 Diskussion

Syftet med riskutredningen har varit att se över riskerna för ett nytt äldreboende som ska vara beläget närmare än 150 meter från RV 70 där transporter av farligt gods sker. Äldreboendet ska placeras i vinkel mot RV 70, vilket medför att de närmsta delarna av äldreboendet hamnar på ett avstånd av 50 meter från vägen.

Risknivån har utretts genom att beräkna riskavstånd, sannolikheter och antal omkomna för de tänkbara olycksscenariona som en farligt godsolycka kan innebära. Detta för att kunna ta fram individ- och samhällsrisken som anses vara de mest relevanta riskmåtten. Individ- och samhällsrisken har därefter jämförts med riskkriterierna enligt Det Norske Veritas (DNV:s).

Farligt gods olyckorna som bedöms ha en direkt påverkan på äldreboende är gasutsläpp enligt ADR-klass 2 och explosiva ämnen enligt ADR-klass 1. När det gäller övriga ADR-klasser så som fasta ämnen eller frätande ämnen behöver personerna komma i direkt kontakt med ämnena för att de ska utsättas för en direkt skada. Att det sker en olycka på RV 70 och att dessa ämnen kastas ut ur fordonet 50 meter över det öppna fältet och kommer i kontakt med en person som befinner på äldreboendet bedöms vara orimligt och har därför inte diskuterats vidare i utredningen.

När det gäller eventuella bränder bedöms de uppstå i närheten av fordonet. Exempelvis bedöms inte brännbar vätska kunna sprida sig närmare äldreboendet än 40 meter ifrån äldreboendet. Som går att utläsa ur strålningsberäkningen krävs det en väldigt stor brand för att fasaden på bygganden ska påverkas av en brand på RV 70. Därmed bedöms det inte behöva ställas några särskilda krav avseende fasadmaterial på äldreboendet. Äldreboendet ska anpassas för att förhindra exponering från gasutsläpp samt explosion.

Beräkningarna av individ- och samhällsrisken hamnar inom ALARP-området varpå verksamheten måste vidta riskreducerande åtgärder för att risknivån ska ses som acceptabel. För att minska exponering för gasutsläpp ska verksamheten kunna stänga av ventilation, inte ha öppningsbara fönster mot RV 70 och placera tilluftsventiler så att de vetter från vägen. Ett gasutsläpp drivs framåt i ett moln. Kan verksamheten stänga ventilationen samt inte ha öppningsbara fönster mot vägen minskar man risken avsevärt att personerna som befinner sig på boendet exponeras för några högre koncentrationer. Skulle mindre mängder gas ta sig in i byggnaden kommer den invändiga luften att spä ut koncentrationen av de mindre mängderna gas som tar sig in i bygganden.

När gasmolnet har passerat förbi äldreboendet kan verksamheten starta ventilationen igen samt vädra ut de små mängderna gas som lyckats ta sig in i byggnaden.

För att kunna förhindra att personerna på äldreboendet påverkas av explosion behöver åtgärder vidtas för att stoppa eller minska tryckvågen från en explosion. Sådana åtgärder skulle kunna vara att plantera träd och växter i en ridå på det öppna fältet. Är det ingen öppen yta mellan vägen och äldreboendet kommer träden ta stor skada men minska skadan på äldreboendet. Ridån av trä och buskar gör även att gasmoln fördröjs och blandas upp så att koncentrationen gasmolnet minskas p.g.a. turbulens. Att uppföra en ridå med träd och buskar på det öppna fältet som är ca 4 till 5 meter höga bedöms minska konsekvenserna både vid explosion och gasutsläpp. Uppförs ridån bedöms även fönsterna till boenderummen på äldreboendet som vetter mot RV 70 kunna vara öppningsbara.

Att utrymningsvägarna mynnar in mot innergården bedöms också vara en bra befintlig åtgärd då byggnaden i sig kan fungera som ett skydd för personerna vid en eventuell utrymning.

8 Slutsats

Beräkningarna både avseende individ- och samhällsrisken för äldreboendet visar att risknivåerna hamnar inom ALARP-området. Detta innebär att risknivån är högre än den undre acceptansgränsen men lägre än den högre acceptansgränsen. Risknivåer som hamnar inom ALARP-området kan accepteras förutsatt att verksamheten vidtar riskreducerande åtgärder.

Riskutredningen visar att av de nio stycken ADR-klasserna är det främst ADR-klass 1 och 2 som utgör en risk för äldreboendet, dvs. gasutsläpp och explosioner. Riskreducerande åtgärder för att kunna hantera dessa typer av olyckor kan vara följande, se punktlistan nedan.

- Friskluftsventiler placeras så att de vetter ifrån RV 70.
- Miljöbrytare ska installeras för att personal vid behov ska kunna stänga av ventilationen.
- Boenderum bör inte ha några öppningsbara fönster eller liknande öppningar i fasaderna ut mot vägen. Om verksamheten vill kunna ha öppningsbara fönster ska en ridå av träd och buskar som är ca 4-5 meter höga uppföras någonstans på det öppna fältet mellan äldreboende och RV 70. Oavsett om fönsterna ska vara öppningsbara eller inte bedöms ridån vara en lämplig skyddsbarriär för att fördröja, samt få ner koncentrationen, vid ett eventuellt gasutsläpp.

Utförs de föreslagna riskreducerande åtgärderna som presenterats i punktlistan bedöms risknivåerna inom ALARP-områdena kunna accepteras.

9 Referenser

1. Länsstyrelsen i Dalarna, Farligt gods - Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods, Falun: Länsstyrelsen i Dalarna, 2012.
2. Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods,” 2006.
3. Länsstyrelserna i Gävleborgs län, Västernorrlands län, ” Riskhantering vid transport-leder för farligt gods – Vägledning för riskhantering vid transportleder för farligt gods samt drivmedelstationer och farliga verksamheter i Gävleborgs och Västernorrlands län”, 2022.
4. Borlänge-vägen
5. Räddningsverket, ”Värdering av risk,” Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
6. AgnasARK, Nytt SÄBO i Hedmora, Idéskiss 2026-04-09.
7. Farligt gods
8. HMSO, ”Major hazard aspects of the transport of dangerous substances - report and appandice,” Advisory Committee on Dangerous Substaces, Health & Safety Comission, London, 1991.
9. Trafikverket ”Nationell vägdatabas ” [Online]. Available: https://nvdbpakarta.trafikverket.se/map. [Använd 11 augusti 2026].
10. Trafikanalys ” Lastbilstrafik Statistik 2023, Statistik 2024:14” Trafikanalys 2024.
11. Räddningsverket, ”Farligt gods - Riskbedömning vid transport,” Karlstad, 1996.
12. Øresund Safety Advisers AB ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, Bilaga A - Riskanalys” Länsstyrelsen i Skåne Län, Malmö, 2004.
13. Länsstyrelsen i Skåne ”Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen”.
14. Beräkningsprogram ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmosphere) Software, Version 5.4.7, september 2016.
15. Handbok ”Hantering av explosiva varor” upprättad av Myndigheten för civilt försvar, daterad juni 2026.
16. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition.

Bilaga 1 – Känslighetsanalys

Att upprätta en riskutredning innebär att göra en modell av verkligenheten, vilket aldrig kommer kunna göras exakt utan förenklingar och antaganden. För att riskutredningen ska resultera i en trovärdig riskbedömning krävs att osäkerheterna hanteras.

Den övergripande strategin för att hantera osäkerheter i riskanalysen är att i största möjliga utsträckning använda sig av konservativa indata för att de osäkra värdena ska hamna mer på den ”säkra sidan” (dock ska värdena vara realistiska). Konservativa antaganden görs redan vid dimensionering av de olika typerna av olycksscenarion. Genom att göra konservativa antaganden redan i början av riskutredningen medför detta att resultatet blir konservativt.

Syftet med känslighetsanalysen är att studera hur robust i riskutredningen är, dvs. i vilken grad resultatet är beroende av olika parametrar, och vilka marginaler det finns. Detta är något som har gjorts successivt i respektive kapitel och bilagor. Nedan presenteras en del av de konservativa antagandena som utförts för att säkerställa det slutliga resultatet:

- Individ- och samhällsrisken baseras på sannolikheten för en olycka som är framtagen utifrån ett händelseträd. Sannolikheterna för de olika scenariona har tagits fram antingen via handböcker eller egna antaganden. De sannolikheter som har tagits fram genom egna antaganden bedöms vara något konservativa vilket ger en ökad risknivå.
- Samtliga beräkningar av risknivåerna har avrundats uppåt.
- Vid framtagning av olyckskvoten som i sin tur påverkar frekvensen av en olycka på RV 70 har en hastighet på 110 km/h använts vilket bedöms vara konservativt då tung lastbilstrafik på landsväg endast får köra i 80 km/h.
- I explosionsberäkningarna antas transporten vara fylld med maximalt tillåten vikt 16 ton explosiva ämnen. Ämnen bedöms även tillhöra explosionsgrupp 1.1, vilket är den värsta riskgruppen.
- Vid beräkning av strålning mot äldreboendet har dimensionerna på vätskepöl antagits vara väldigt stor samt att denna förutsatts ansamlas 10 meter bort från vägen.
- I ALOHA-beräkningarna som utförts för att få fram riskavstånden vid gasutsläpp har följande konservativa antaganden utförts:
    - Omgivande temperaturen som använts har varit 20°C, vilket bedöms vara över medelvärdet i Hedemora. Högre temperatur ger längre riskavstånd.
    - Tankbilarna med ämnen bedöms vara helt fyllda.
    - Läckagen bedöms ske långt ner på tanken, vilket medför ett kraftigare utsläpp och därmed längre riskavstånd.

Bilaga 2 – Strålningsberäkningar

Vid beräkning av infallande strålning mellan en brand och äldreboendet ska följande ekvationer användas, se nedan:

Ekvation 1 (Infallande strålning):

$$\dot{q}'' = \phi E$$

Följande parametrar är använda:

$\dot{q}''$ = Infallande värmestrålning [kW/m^2]

ϕ = Synfaktor [-]

E = Utgående värmestrålning [kW/m^2]

Ekvation 2 (Synfaktor):

$$\phi = \int_0^A \frac{\cos\theta_1 \cos\theta_2}{\pi r^2} * dA$$

Följande parametrar är använda:

ϕ = Synfaktor	[-]
θ_1 = Vinkel mot mottagande ytas normal och strålningsriktning	[rad]
θ_2 = Vinkel motstrålandes ytas normal och strålningsriktning	[rad]
A = Area för den strålande ytan	[m^2]
r = Avstånd till strålande punkt	[m]
π = Pi (Konstant)	[3,14]

Ekvation 3 (Utgående värmestrålning):

$$E = \varepsilon * \sigma * T^4$$

Följande parametrar är använda:

E = Utgående värmestrålning	[W/m^2]
ε = Emissionstal	[-]
σ = Stefan-Boltzmann konstant	[5,67×10^{-8} W/m^{2}K^4]
T = Temperatur	[K]

För att beräkna den infallande strålningen mellan de olika byggnaderna används metod för synfaktorberäkning enligt SFPE:s Handbok Där strålande objekt är antagna som rektangulära ytor, fönster och fasad.

Bilaga 3 – ALOHA, Beräkningar

För att beräkna konsekvensområden vid läckage av farligt gods används programmet ALOHA. ALOHA är ett modelleringsverktyg som används för att beräkna spridning och konsekvensområden vid utsläpp av farliga ämnen utifrån definierade utsläpps- och meteorologiska förhållanden. Beräkningarna används i denna studie för att bedöma vilka konsekvenser ett utsläpp av farligt gods på trafikleden kan medföra för den aktuella fastigheten och byggnaden.

I ALOHA undersöks klor och propan (gasol) som representativa ämnen för giftiga respektive brandfarliga gaser som kan förekomma i godstrafik. För klor studeras konsekvensområden utifrån ämnets toxicitet och angivna AEGL-värden (Acute Exposure Guideline Levels) för exponeringstid på 10 minuter. För propan studeras dels ämnets brännbarhetsområde, dels konsekvenser av termisk strålning från jetflamma och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Propan har en högre densitet än luft, vilket kan medföra att ett utsläpp initialt sprids nära marken. Spridningen påverkas samtidigt av bland annat vindförhållanden, turbulens och omgivande geometri.

Visar ALOHA-beräkningarna att kritiska förhållanden uppkommer på den aktuella fastigheten ska individ- och samhällsrisken beräknas.

9.1 Indata och antaganden:

Följande parametrar och antaganden används i ALOHA-beräkningarna:

- Byggnad: Den aktuella byggnaden modelleras i ALOHA som en tvåvåningsbyggnad med hjälp av funktionen *Infiltration Building*. Byggnadens utformning representeras därmed av en tvåvåningsbyggnad i beräkningsmodellen.
- Omgivande område: Området mellan trafikleden och byggnaden modelleras som obebyggt och utan hög vegetation. Detta görs för att efterlikna de faktiska förhållandena på fältet mellan trafikleden och den aktuella byggnaden.
- Vindriktning och vindhastighet: Vindriktningen sätts till från öster, vilket innebär att vinden transporterar utsläppet mot väster, det vill säga från trafikleden i riktning mot den aktuella byggnaden. Vindhastigheten sätts till 2,9 m/s enligt den vindros som redovisas i kapitel 3.5.
- Luftfuktighet: Relativ luftfuktighet sätts till 76 %. Värdet utgör ett medelvärde baserat på SMHI statistik för perioden 1955–1995 från Folkkära mätstation, belägen cirka 2 mil fågelvägen från den aktuella byggnaden.
- Atmosfärisk stabilitet: Atmosfärisk stabilitetsklass sätts till klass C.
- Tank: Tankvolymen sätts till 16 m^3 för klor (giftig gas) och 50 m^3 för gasol (brännbar gas). Tanken modelleras som en horisontellt orienterad tank med en längd på 12 meter.
- Fyllnadsgrad: För klor används en maximal fyllnadsfaktor enligt ADR, tabell 4.2.5.2.6, på 1,25 kg/l. Detta motsvarar en fyllnadsgrad på cirka 86–89 % för de aktuella temperaturförhållandena och en massa på cirka 20 ton. För propan används motsvarande värde 0,42 kg/l, vilket motsvarar en fyllnadsgrad på cirka 80–84% för de aktuella temperaturförhållandena och en massa på cirka 21 ton.

- **Utomhustemperatur:** Utomhustemperaturen sätts till 5 °C utifrån temperaturstatistik från SMHI för Borlänge, beläget cirka tre mil fågelvägen från den aktuella byggnaden, baserat på perioden 1961–2020. För att undersöka temperaturens påverkan på beräkningsresultaten genomförs även beräkningar med en utomhustemperatur på 20 °C.
- **Gastemperatur:** Gastemperaturen antas vara densamma som den omgivande luftens temperatur, det vill säga 5 °C respektive 20°C.
- **Utsläppskälla:** Utsläppets källstyrka bestäms utifrån storleken på läckageöppningen. Läckageöppningarna modelleras som cirkulära hål med diametrarna 1,3 respektive 11 cm.
- **Utsläppspunkt:** För att representera ett konservativt utsläppsscenario antas läckaget ske från tankens botten och därmed från vätskefasen.

9.2 Konsekvenskriterier för klor

Konsekvensområden för klor bedöms utifrån AEGL-1, AEGL-2 och AEGL-3 för exponeringstider på 10 minuter. De använda gränsvärdena redovisas i Tabell 19.

Gränsvärde	10 minuter
AEGL-3	50 ppm
AEGL-2	2,8 ppm
AEGL-1	0,5 ppm

Figur 19: Gränsvärden för klor.

9.3 Konsekvenskriterier för propan

För propan undersöks brännbarhetsområdet samt konsekvensområden till följd av termisk strålning från jetflamma och BLEVE.

Brännbarhetsområdet definieras som koncentrationer mellan 1,7 och 10,1 volymprocent.

För termisk strålning från brand används strålningsnivåerna 2, 5 respektive 10 kW/m². Dessa nivåer används för att beskriva ökande konsekvenser av termisk strålning, där 2 kW/m² motsvarar en nivå som kan medföra smärta vid exponering under 60 sekunder, 5 kW/m² en nivå som kan medföra andra gradens brännskador och 10 kW/m² en nivå som kan innebära potentiellt dödliga konsekvenser vid motsvarande exponeringstid.

9.4 Klor, AGEL 10 minuter

I tabellen nedan presenteras riskavstånden vid de olika gränsvärdena för klor efter 10 minuter.

Klor [Release duration]	Litet, 5°C.	Litet 20°C	Medel 5°C	Medel 20°C	Stort 5°C	Stort 20°C
AEGL-3 (10 min) - 50ppm	650 m	764 m	2,0 km	2,4 km	3,2 km	3,5 km

AEGL-2 (10 min) - 2,8ppm	2,9 km	3,4 km	8,8 km	9,9 km	> 10 km	> 10 km
AEGL-1 (10 min) - 0,5 ppm	7,2 km	8,4 km	> 10 km	> 10 km	> 10 km	> 10 km

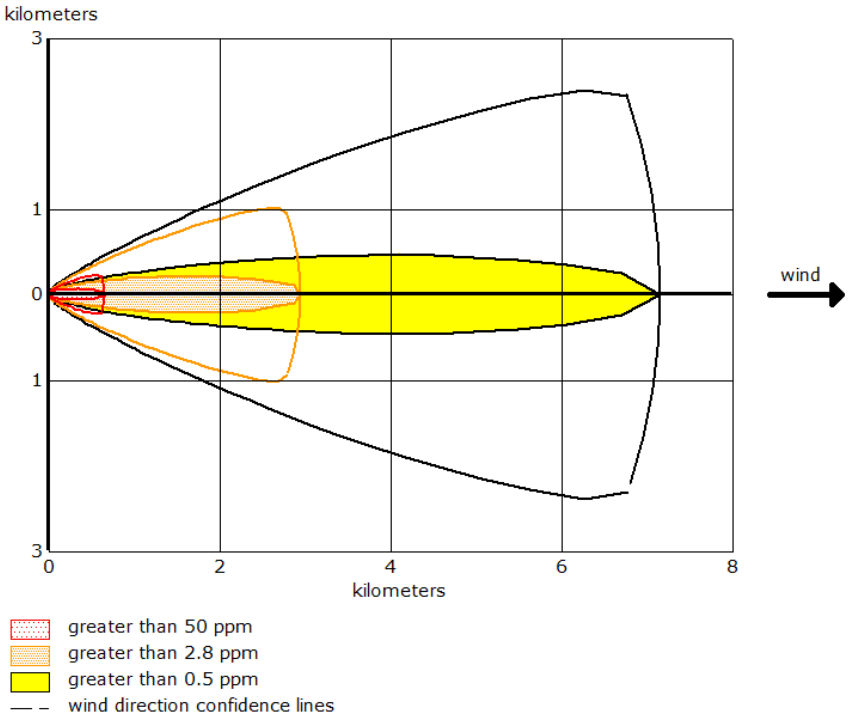
Figur 20: Riskavstånd för klor efter 10 minuter.

Nedan presenteras riskavstånden utifrån ALOHA-beräkningarna.

9.4.1 Litet utsläpp:

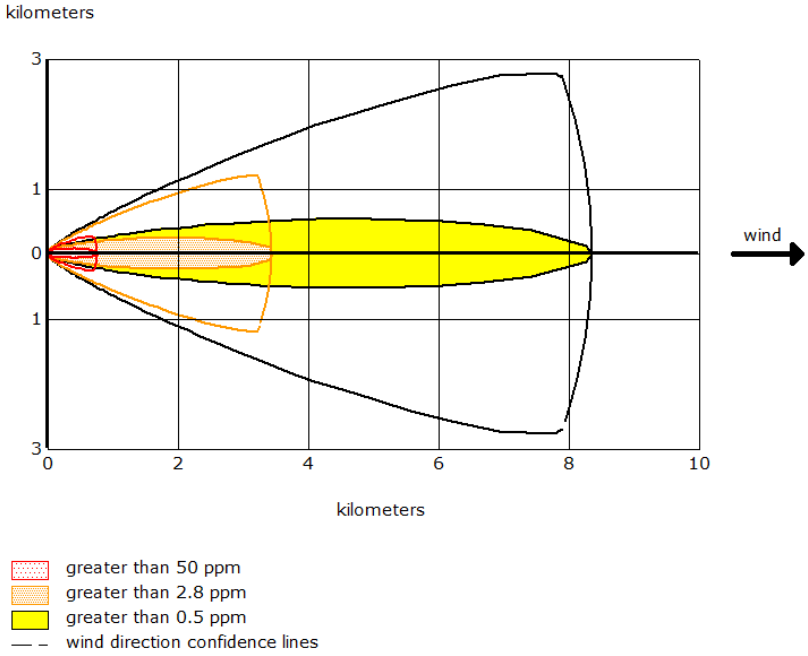
Hål: 1 cm i diameter

Temperatur: 5 °C



Hål: 1 cm i diameter

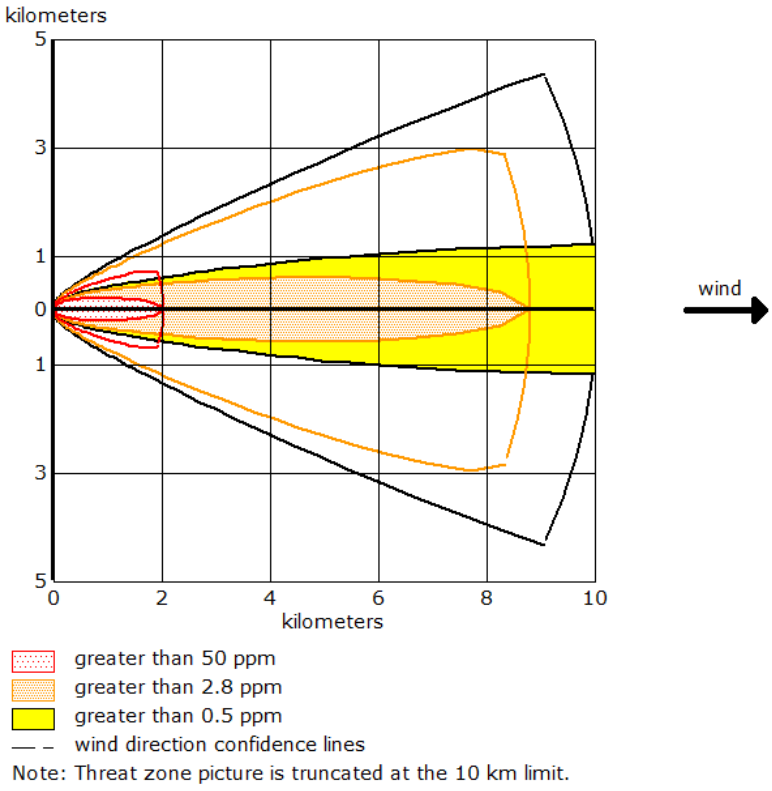
Temperatur: 20 °C



9.4.2 Medelstort utsläpp:

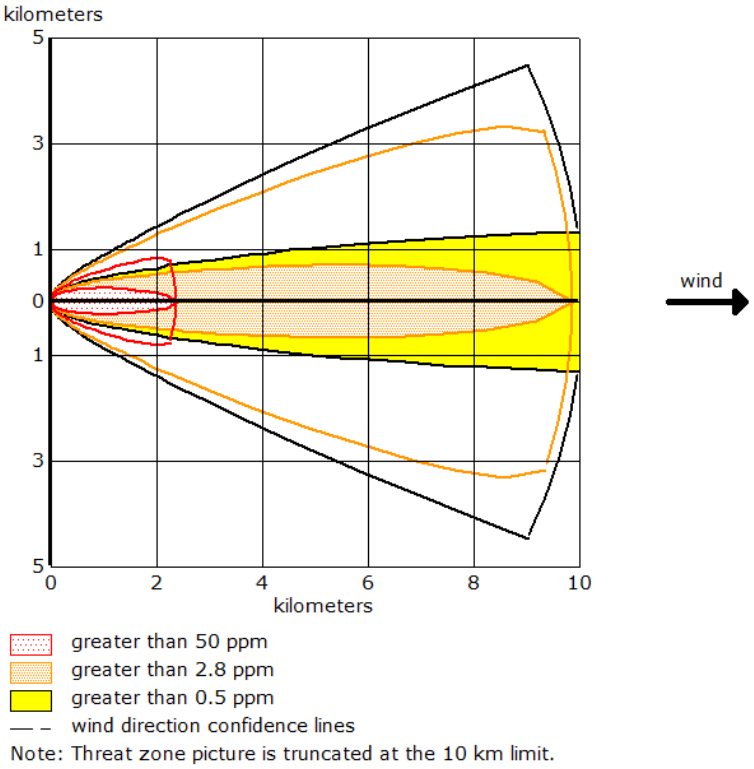
Hål: 3 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Hål: 3 cm i diameter

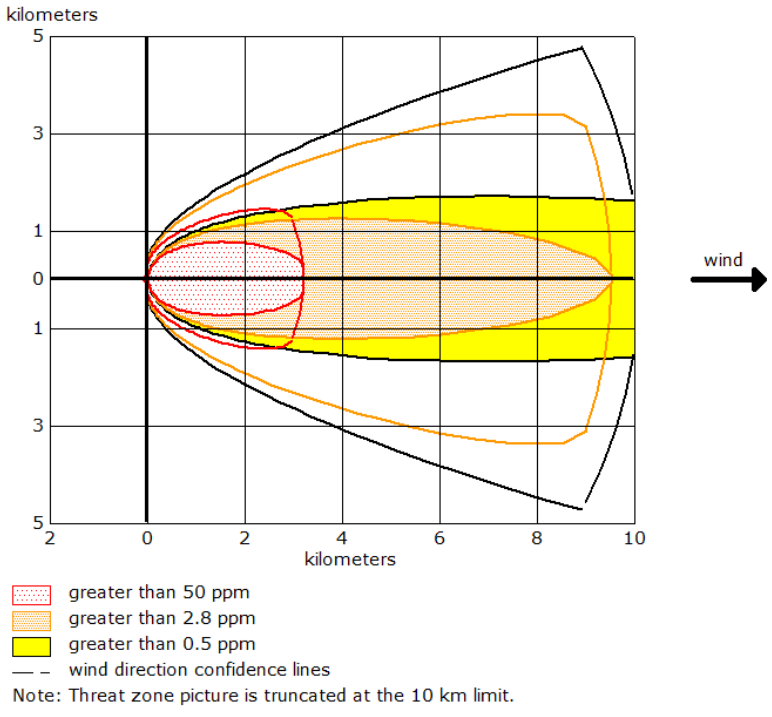
Temperatur: 20°C



9.4.3 Stort utsläpp

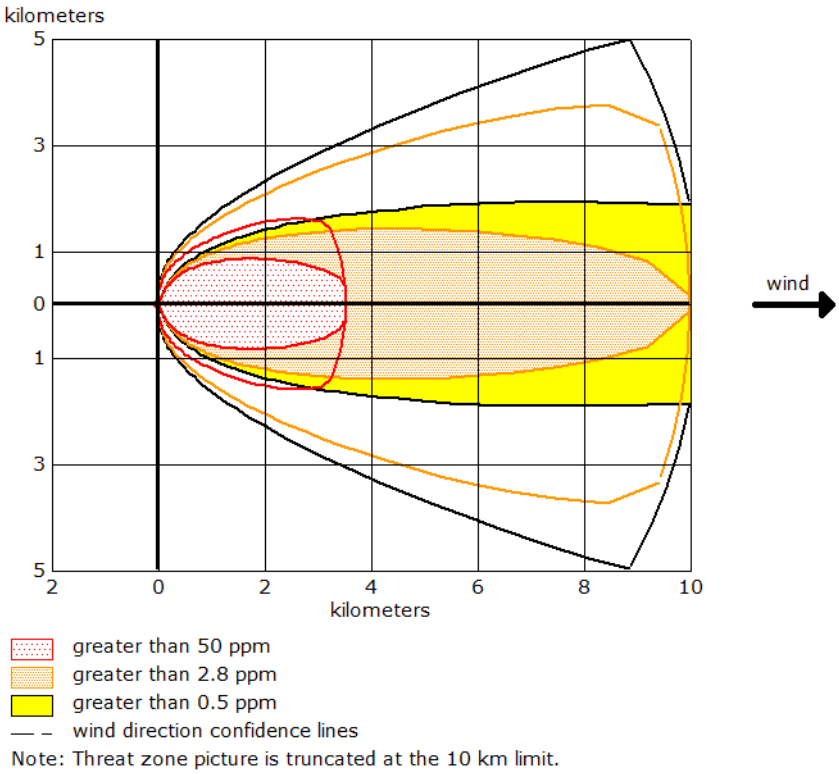
Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 20°C



9.5 Fördröjt gasmoln

I tabellen nedan presenteras framtagna riskavstånd för ett fördröjt gasmoln som kan antända i ett senare skede, se tabell 22.

Gasol	Litet, 5°C	Litet 20°C	Medel 5°C	Medel 20°C	Stort 5°C	Stort 20°C
Läckage (ingen brand)						
Brännbarhetsområde	11-23 m	11-28 m	26-76 m	30-88 m	126-328 m	144-378 m
Flamepockets (60% av LEL	29	33	90	104	379 m	437

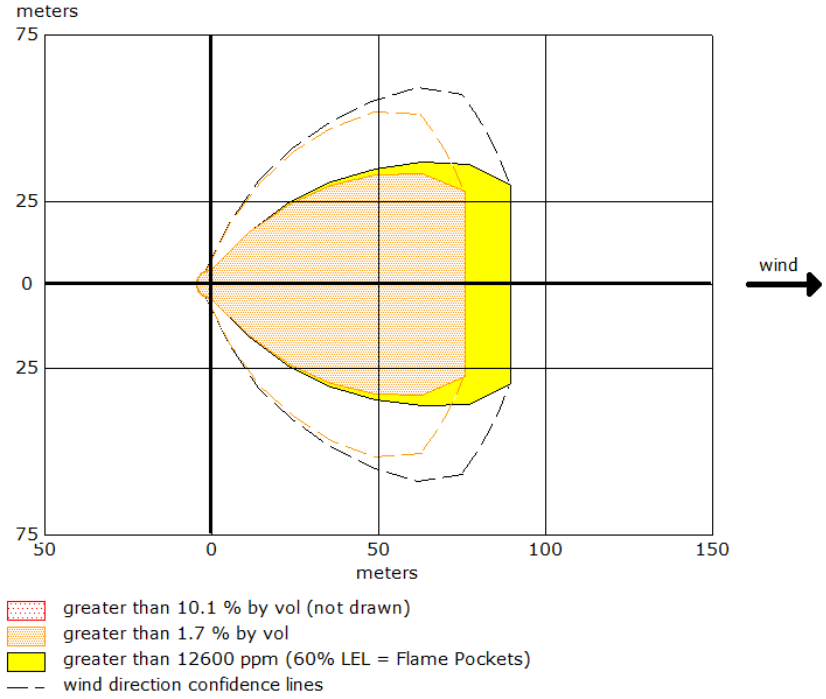
Figur 22: Riskavstånd vid ett fördröjt gasmoln.

Nedan presenteras riskavstånden utifrån ALOHA-beräkningarna för medelstort och stort utsläpp.

9.5.1 Medelstort utsläpp

Hål: 3 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Red: 26 meters --- (10.1 % by vol)

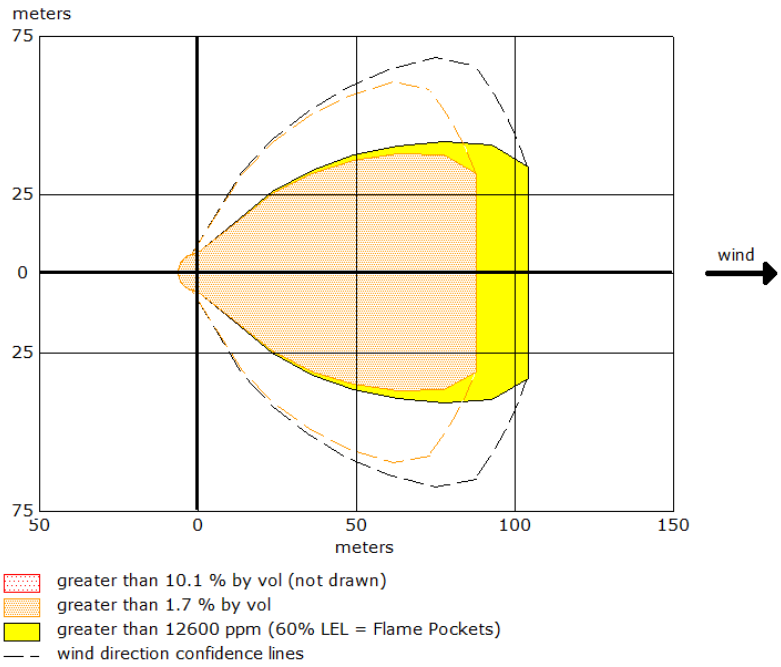
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 76 meters --- (1.7 % by vol)

Yellow: 90 meters --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Hål: 3 cm i diameter

Temperatur: 20°C



Red: 30 meters --- (10.1 % by vol)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

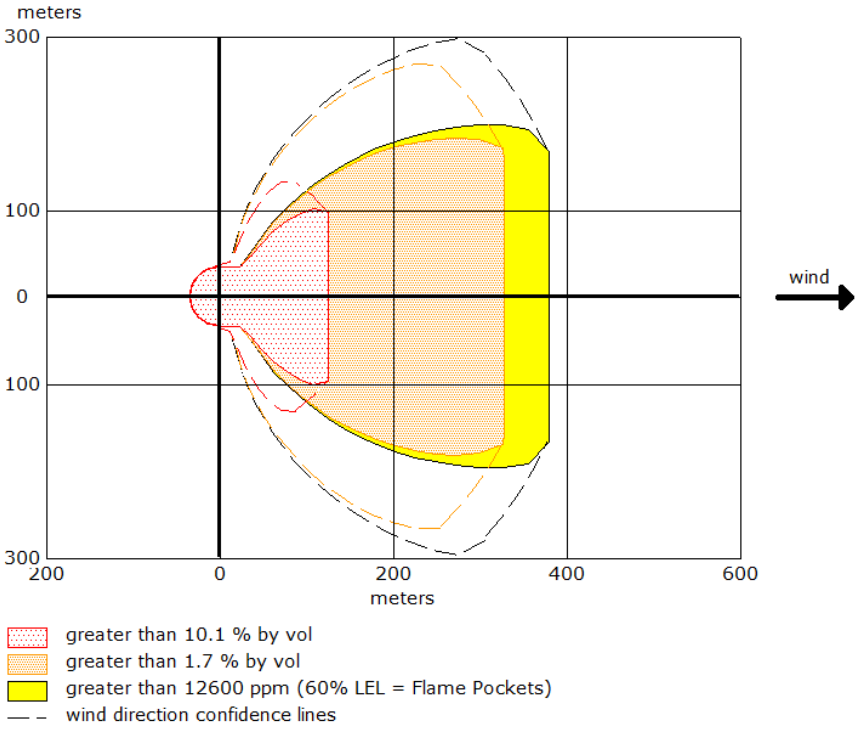
Orange: 88 meters --- (1.7 % by vol)

Yellow: 104 meters --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

9.5.2 Stort utsläpp

Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 5°C



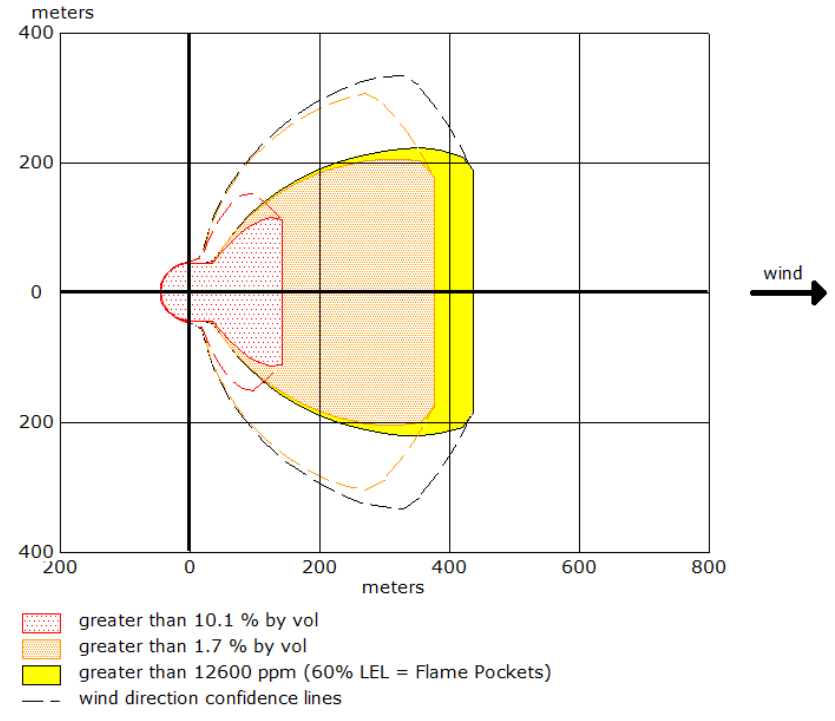
Red: 126 meters --- (10.1 % by vol)

Orange: 328 meters --- (1.7 % by vol)

Yellow: 379 meters --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 20°C



Red: 144 meters --- (10.1 % by vol)

Orange: 378 meters --- (1.7 % by vol)

Yellow: 437 meters --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

9.6 Jetflamma

I tabellen nedan presenteras framtagna riskavstånd för en jetflamma, se tabell 23.

Gasol	Litet, 5°C	Litet 20°C	Medel 5°C	Medel 20°C	Stort 5°C	Stort 20°C
Läckage (Jetflamma						
>10 kW/m^2 *Potentiellt dödlig inom 60 sekunder*	0-10 m	0-10 m	0-26 m	0-28 m	0-87 m	0-92 m
> 5 kW/m^2 *Andra gradens brännskador inom 60 sekunder*	11-13 m	11-14 m	27-37 m	29-39 m	88-126 m	93-134 m
> 2 kW/m^2 *Smärta inom 60 sekunder*	14-20 m	15-21 m	38-57 m	40-61 m	127-198 m	135-209 m
Max flamlängd	6 m	6 m	17 m	17 m	62 m	63 m

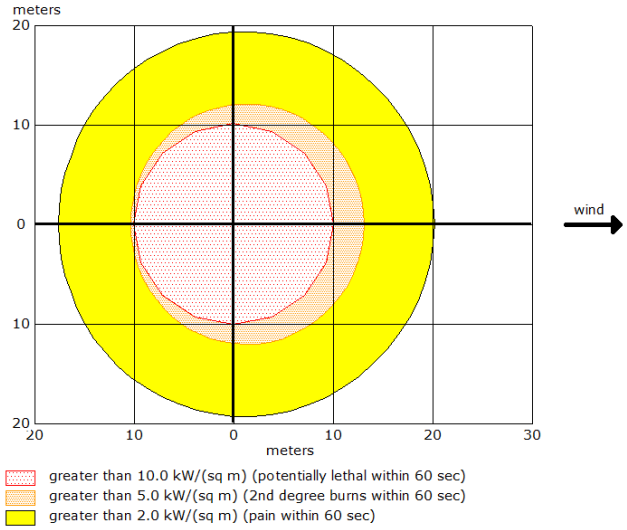
Figur 23: Riskavstånd för en jetflamma.

Nedan presenteras riskavstånden utifrån ALOHA-beräkningarna.

9.6.1 Liten jetflamma

Hål: 1 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Red: 10 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

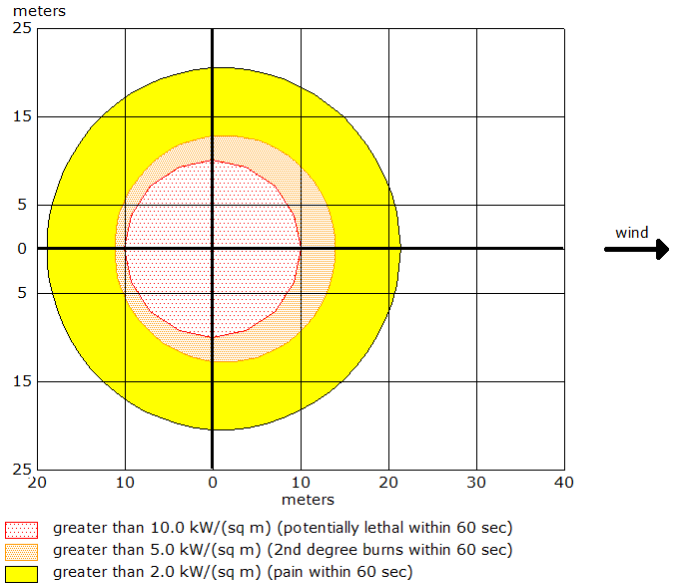
Orange: 13 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 20 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 6 meters

Hål: 1 cm i diameter

Temperatur: 20°C



Red: 10 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 14 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

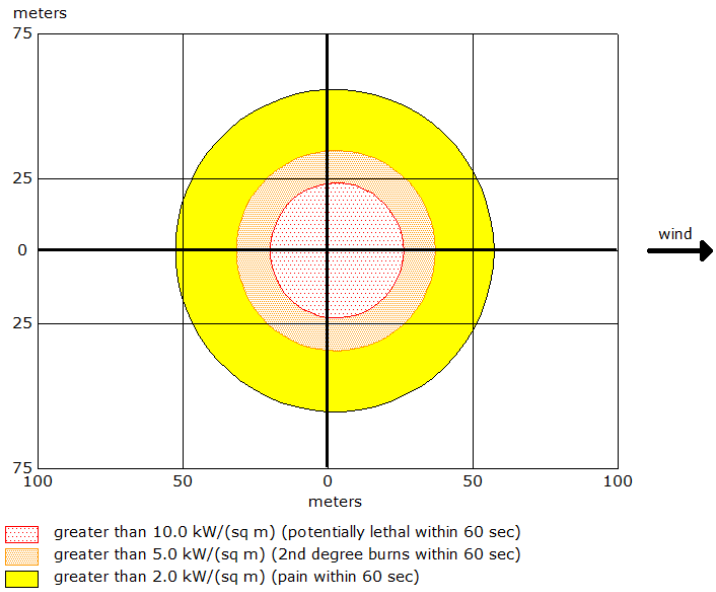
Yellow: 21 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 6 meters

9.6.2 Medelstor jetflamma

Hål: 3 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Red: 26 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

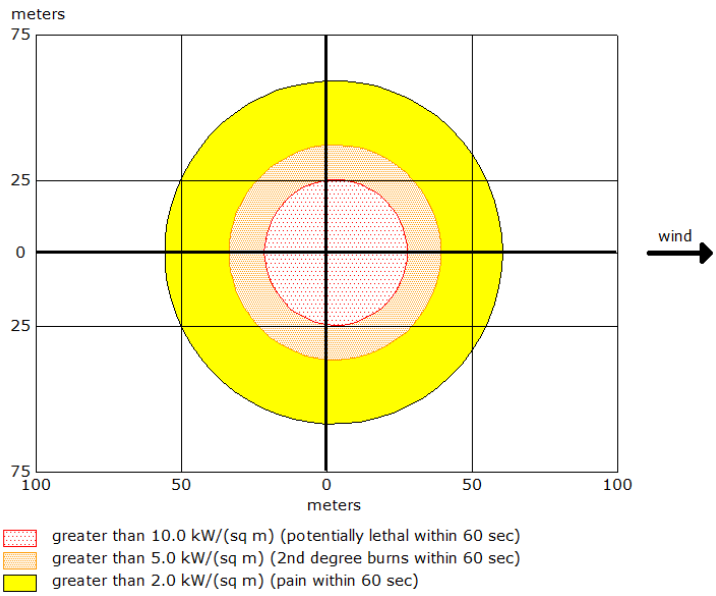
Orange: 37 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 57 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 17 meters

Hål: 3 cm i diameter

Temperatur: 20°C



Red: 28 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 39 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

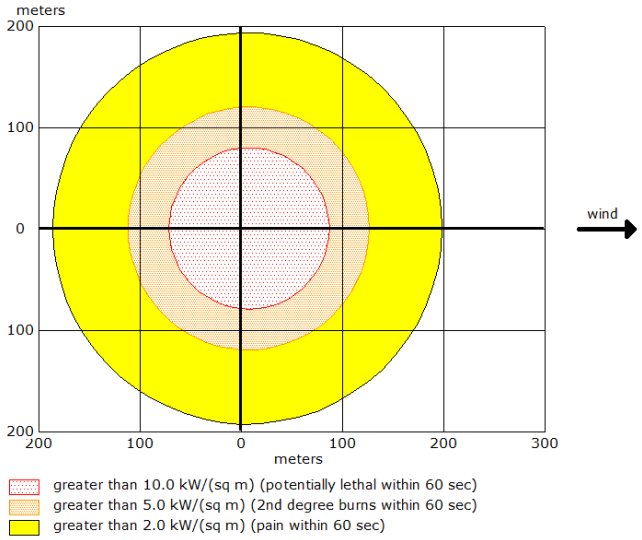
Yellow: 61 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 17 meters

9.6.3 Stor jetflamma

Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 5°C



Red: 87 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

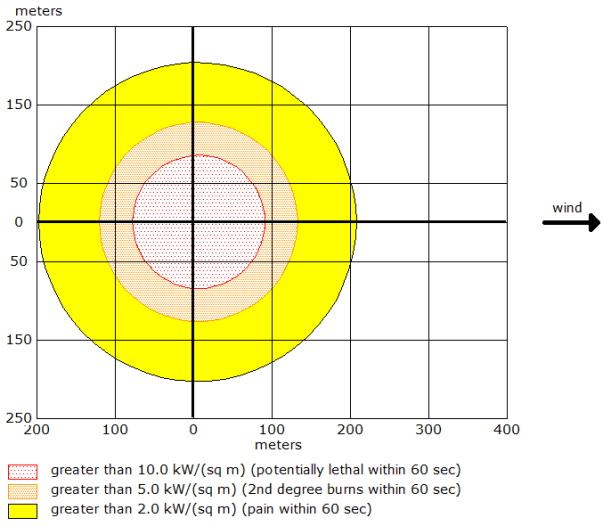
Orange: 126 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 198 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 62 meters

Hål: 11 cm i diameter

Temperatur: 20°C



Red: 92 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 134 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 209 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Max Flame Length: 63 meters

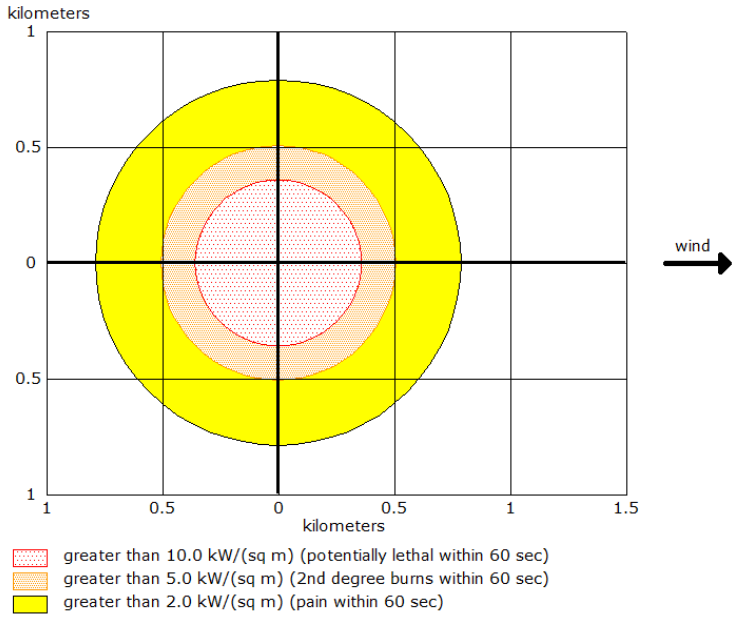
9.7 Gasolläckage-BLEVE

I tabellen nedan presenteras framtagna riskavstånd för en BLEVE, se tabell 24.

Gasol	
	BLEVE
>10 kW/m^2 *Potentiellt dödlig inom 60 sekunder*	0-359 m
> 5 kW/m^2 *Andra gradens brännskador inom 60 sekunder*	360-507 m
> 2 kW/m^2 *Smärta inom 60 sekunder*	508-790 m

Figur 24: Riskavstånd för en BLEVE.

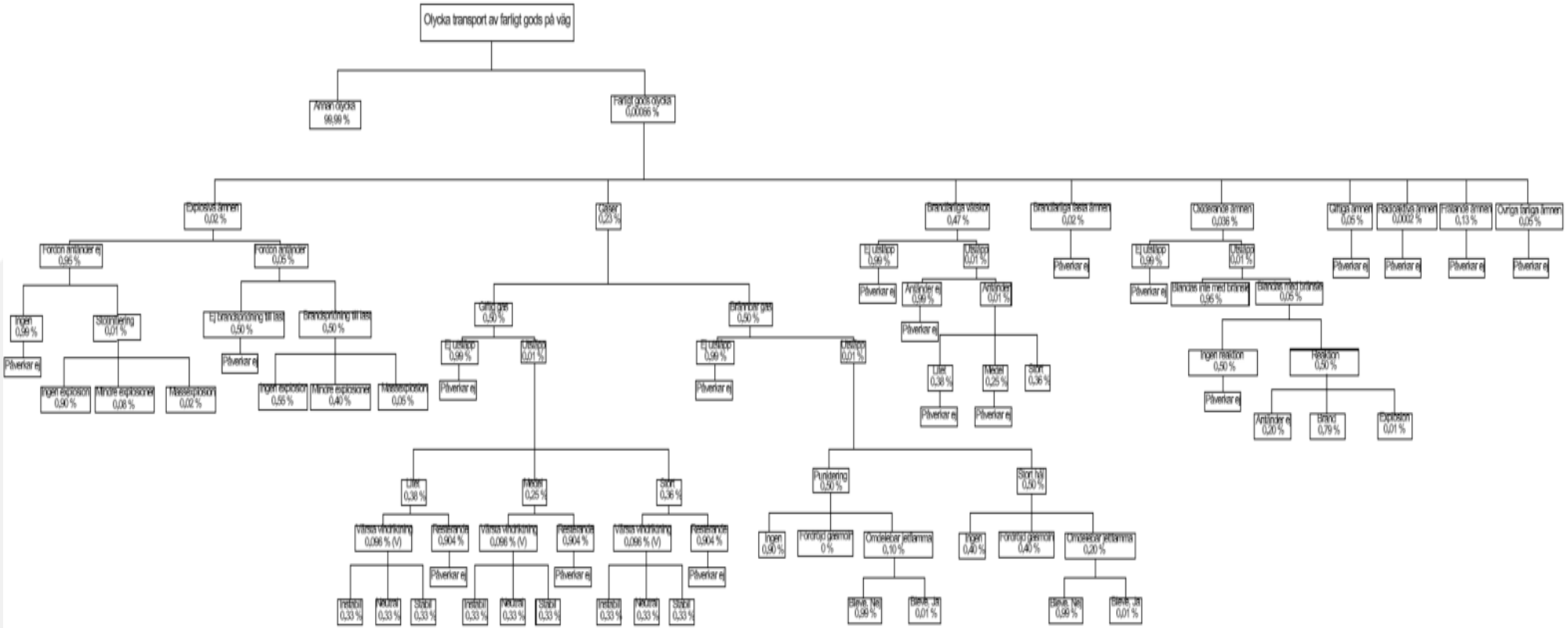
Nedan presenteras riskavstånden utifrån ALOHA-beräkningarna.



Red: 359 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 507 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 790 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

Bilaga 4 - Händelseträd

I denna bilaga presenteras en översikt över hela händelseträdet och de olika olycksscenariona som kan inträffa på riksväg 70.