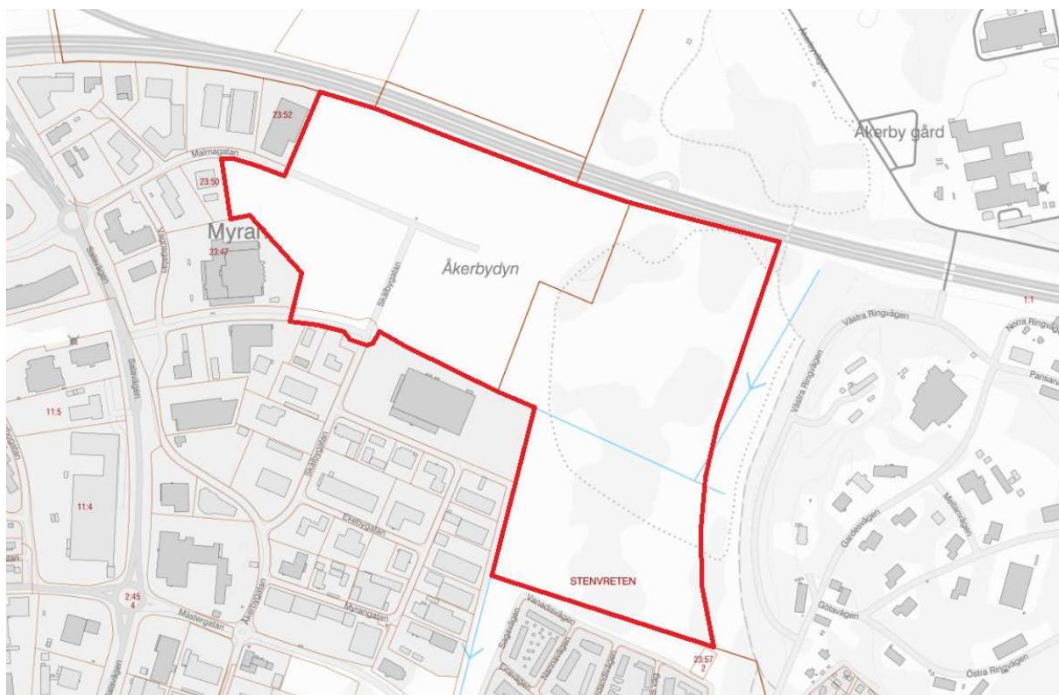


Handläggare
Theo Rydén
Telefon
+46 72 204 86 88
E-post
theo.ryden@afry.com

Datum
2025-06-12
Projekt ID
D0246641
Beställare
Johanna Appeltoft
E-post
johanna.appeltoft@enkoping.se

Kund
Enköpings kommun

Riskutredning för Romberga 23:31 m.fl



Uppdragsledare: Jennifer Wolsing
Handläggare: Theo Rydén
Kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2025-06-12	Första utgivna version.	Theo Rydén

Innehåll

1	Inledning.....	6
1.1	Syfte och mål.....	6
1.2	Avgränsningar.....	6
2	Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	7
2.1	Plan- och bygglagen.....	7
2.2	Miljöbalken.....	7
2.3	Riktlinjer Uppsala län.....	7
2.4	Kvantitativa riskmått.....	8
2.4.1	Individrisk.....	8
2.4.2	Samhällsrisk.....	9
2.4.3	Presentation av risken.....	9
2.5	Kriterier för riskvärdering.....	9
2.5.1	Kvantitativa kriterier – Det Norske Veritas (DNV).....	9
3	Metod.....	11
3.1	Programvara.....	11
4	Beskrivning av planområde och omgivning.....	13
4.1	Skyddsvärda objekt.....	15
4.2	Riskobjekt.....	15
5	Riskinventering.....	16
5.1	Olycka med farligt gods.....	16
5.1.1	Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål.....	17
5.1.2	Klass 2 – Gaser.....	17
5.1.3	Klass 3 – Brandfarliga vätskor.....	18
5.1.4	Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen.....	19
5.1.5	Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider.....	19
5.1.6	Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen.....	20
5.1.7	Klass 7 – Radioaktiva ämnen.....	20
5.1.8	Klass 8 – Frätande ämnen.....	20
5.1.9	Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål.....	20
5.2	Sammanfattning av aktuella olyckstyper.....	20
6	Riskanalys.....	22
6.1	Förutsättningar för beräkningar.....	22
6.1.1	Väderförhållanden.....	22
6.1.2	Personbelastning.....	22
6.1.3	Trafikmängd.....	24
6.1.4	Fördelning av farligt gods.....	25
6.1.5	Frekvens för olycka med farligt gods.....	25

6.2	Individrisk	25
6.2.1	Olycka med farligt gods.....	26
6.3	Samhällsrisk	28
7	Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys.....	29
7.1	Känslighetsanalys	29
7.1.1	Antal transporter av farligt gods	29
7.1.2	Fördelning av farligt gods	29
7.1.3	Personbelastning	30
7.1.4	Konsekvenser till följd av olycksscenarierna	30
7.2	Osäkerhetsanalys.....	30
7.2.1	Antal transporter av farligt gods	31
7.2.2	Andel farligt gods och fördelning av farligt gods	31
7.2.3	Olycksfrekvens	31
7.2.4	Personbelastning.....	32
7.2.5	Konsekvenser för olyckor.....	32
8	Kvantitativ känslighetsanalys	33
8.1	Andel farligt gods.....	33
8.2	Andel brandfarlig gas/vätska	33
8.3	Resultat känslighetsanalys	33
8.4	Diskussion	35
9	Slutsatser och riskreducerande åtgärder	36
9.1	Rekommenderade riskreducerande åtgärder	36
	Referenser	38

Bilagor:

Beräkningsbilaga till Riskutredning för Romberga 23:31 m.fl, daterad 2025-06-12.

Sammanfattning

I Enköpings kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Romberga 23:31 m.fl. Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av naturmark, men utvecklad detaljplan medför detaljhandel, kontor och verksamheter. Detaljplaneområdet är beläget invid vägen E18 där det transporteras farligt gods. Eftersom avståndet mellan planerad markanvändning och vägen understiger Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd behöver risker kopplade till transport av farligt gods utredas.

Syftet med utredningen är att bedöma och säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på E18. Målet är att kvantifiera och värdera aktuella risker mot fastställda riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms tolerabla utreds och presenteras nödvändiga åtgärder.

Följande resultat med avseende på individrisk och samhällsrisk har erhållits:

- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för det övre ALARP-området inom 19 meter från vägen.
- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för det undre ALARP-området inom 19-68 meter från vägen och i risknivån för tolerabel risk bortom 68 meter från vägen.
- Samhällsrisk för utvecklingsalternativet ligger delvis inom risknivån för tolerabel risk och delvis inom risknivån för det undre ALARP-området.

I och med att tillkommande bebyggelse delvis ligger inom område med risknivåer inom nedre ALARP-området ska riskreducerande åtgärder övervägas. De två översta rekommendationerna som presenteras nedan avser första radens bebyggelse intill transportleden. I enlighet med rimlighetsprincipen bör det även övervägas för övrig ny bebyggelse, givet att det inte medför en betydande merkostnad.

Säker utrymning

Vid en olyckshändelse är det av vikt att det finns utgångar från byggnader som möjliggör för en säker utrymning bort från olyckan. Detta innebär att det i byggnader i anslutning till transportleder för farligt gods bör finnas utgångar som möjliggör utrymning bort från transportleden. Placering av utgångar bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation och bör därför beaktas.

Ventilation

Ventilationssystem bör med fördel planeras så att det vid spridning av gas kan förhindras att gasen tränger in i byggnader via ventilationssystem och exponerar människor som vistas där. Detta kan göras genom att dels placera luftintag på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placera luftintag så att de vetter bort från transportleden. Strategisk utformning av ventilationssystem bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation och bör därför beaktas.

Utformning

Området mellan vägen och närmaste radens bebyggelse bör hållas fri från utformning som ger upphov till stadigvarande vistelse utomhus. Med detta avses exempelvis uteplatser, terrass etc. Denna rekommendation avser endast första radens bebyggelse mot vägen.

1 Inledning

I Enköpings kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Romberga 23:31 samt delar av Romberga 23:14 och Enköpings Garnison 1:1. Marken är idag obebyggd, men utveckling av detaljplan medger uppförande av kontor, detaljhandel och verksamheter. Detaljplaneområdet är beläget invid E18 som utgör primär transportled för farligt gods. Eftersom avståndet mellan planområdet och vägen understiger Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd behöver risker kopplade till transport av farligt gods utredas.

1.1 Syfte och mål

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på E18.

Målet med riskutredningen är att kvantifiera och värdera aktuella risker mot fastställda riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms tolerabla utreds och presenteras nödvändiga åtgärder.

1.2 Avgränsningar

Geografiskt omfattar riskutredningen planområdet för aktuell detaljplan. Vid beräkning av samhällsrisk beaktas även personbelastningen i området utanför aktuellt planområde. I detta fall inventeras personbelastningen för ett område på en kvadratkilometer med planområdet placerat centralt inom området.

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta olyckor med farligt gods på E18. Avgränsningen innebär att hänsyn inte tas till eventuella risker från andra riskobjekt i omgivningen såsom från omgivande verksamheter och industrier. Med olyckor avses händelser där ingen avsikt finns att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor eller sabotera, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Beräkningar omfattar enbart sådana olyckor med farligt gods som medför direkt påverkan på människor som leder till dödsfall, det vill säga inte till skadefall. Detta beror på utformningen av kriterierna för värdering av risk, vilka har utgångspunkt specifikt i frekvensen för dödsfall. Det bör dock påpekas att det finns en koppling mellan antalet dödsfall och antalet skadade, även om sambandet skiljer sig mellan olika olycksfall. Genom att utreda och värdera risken för dödsfall sker därför även en indirekt värdering av risken för skadefall. Avgränsningen innebär också att ingen hänsyn tas till exempelvis skador på miljön eller materiella skador inom området.

För att den planerade bebyggelsen ska vara hållbar ur ett riskperspektiv behöver hänsyn tas till framtida förändring av trafikering på E18 intill planområdet. Därmed tillämpas förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för år 2040.

I denna rapport och tillhörande beräkningsbilaga används uttrycket "konservativ" i sammanhang såsom "konservativ bedömning" och "konservativt antagande". Uttrycket "konservativ" innebär att de bedömningar, antaganden och dylikt som avses medför att utredningen tar höjd för möjligheten att konsekvenser skulle kunna bli större, eller att frekvenser kan vara högre. Detta är ett sätt att hantera de osäkerheter som är förknippade med denna typ av riskutredning då många parametrar är okända.

2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Nedan presenteras den lagstiftning och de riktlinjer som motiverar behovet av att utreda risker inom ramen för fysisk planering. Vidare presenteras information om hur risker ska utredas och vilka kriterier för riskvärdering som gäller, samt grundläggande information om kvantitativa riskmått för att kriterierna ska kunna förstås.

2.1 Plan- och bygglagen

Enligt *Plan- och bygglagen (2010:900)* (PBL) ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors liv och hälsa samt risken för olyckor¹. Vidare ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till bland annat skydd mot uppkomst och spridning av brand, trafikolyckor och andra olyckshändelser².

2.2 Miljöbalken

Miljöbalken (1998:808) (MB) ska tillämpas så att människors hälsa skyddas mot skador och olägenheter, oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan³. Verksamheter eller åtgärder som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk ska placeras på en plats som är lämplig så att ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa⁴. Vidare ska alla som avser att bedriva verksamhet eller vidta en åtgärd utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått som är nödvändiga för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa⁵.

2.3 Riktlinjer Uppsala län

I lagtext anges inte i detalj hur riskutredningar ska genomföras och vad de ska innehålla. Därför har flera länsstyrelser och myndigheter givit ut riktlinjer, kriterier och rekommendationer gällande vilka riskutredningar som bör utföras och vilka krav som bör ställas på dessa. Riktlinjerna beskriver ofta skyddsavstånd för olika typer av markanvändning som kan användas vid planering.

I Uppsala län används riktlinjer utgivna av Länsstyrelsen Uppsala län: *Riskhantering vid transportleder för farligt gods* [1]. I enlighet med riktlinjerna gäller att risker förknippade med transport av farligt gods ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en led för farligt gods.

Tabell 2-1 presenterar skyddsavstånd för olika typer av markanvändning intill primär led för farligt gods. Markanvändning inom röd zon innebär att en kvantitativ riskbedömning alltid ska göras. Gul zon innebär att det ofta är möjligt att säkerställa låga risknivåer med hjälp av en kvantitativ riskbedömning. Inom grön zon är risknivåerna vanligtvis acceptabla och då krävs endast en kvalitativ analys. Tabell 2-2 presenterar olika typer av verksamheter och dess känslighet i relation till markanvändning.

¹ PBL 2 kap. 5 §.

² PBL 2 kap. 6 §.

³ MB 1 kap. 1 §.

⁴ MB 2 kap. 6 §.

⁵ MB 2 kap. 3 §.

Tabell 2-1. Avstånd för röd, gul & grön zon vid primär led för farligt gods [1].

	Röd zon	Gul zon	Grön zon
Mindre känslig	0-30 meter	30-50 meter	50-150 meter
Normalkänslig	0-30 meter	30-50 meter	50-150 meter
Känslig	0-50* meter	50-100* meter	100-150 meter

*Observera att känslig markanvändning i kombination med korta skyddsavstånd innebär höga verifieringsbehov och stora krav på riskreducerande åtgärder."

Tabell 2-2. Olika typer av markanvändning och dess känslighet [1].

Mindre känslig	Normalkänslig	Känslig
Byggrätt för: G - Drivmedelsförsäljning J - Industri P - Parkering Z - Verksamheter, lager E - Tekniska anläggningar (ej samhällsviktiga)	Byggrätt för: B - Bostäder (enstaka bostäder som är enkla att utrymma) C - Centrum (ej hotell) H - Detaljhandel K - Kontor R- Besöksanläggning (utan omfattande åskådarplats)	Byggrätt för: B - Bostäder D - Vård S - Skola R - Besöksanläggningar, Idrotts- och sportanläggningar med omfattande åskådarplats O - Tillfällig vistelse (hotell)

I syfte att säkerställa bland annat robusta räddningsinsatser är det enligt riktlinjerna, oavsett markanvändning, lämpligt att hålla 30 meter på vardera sida farligt gods-led bebyggelsefritt.

Vid beräkning av samhälls- och individrisk ska år 2040 användas för prognosen över framtida trafik på transportleden. Resultatet för samhälls- och individrisk ska enligt riktlinjerna jämföras mot DNV:s acceptanskriterier, se avsnitt 2.5.1. I syfte att undersöka ingående osäkerheter ska det enligt riktlinjerna genomföras en känslighetsanalys. I känslighetsanalysen varierar olika variabler för att se hur de påverkar resultatet.

2.4 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med fastställda kriterier för vad som kan anses vara en tolerabel risk. De två riskmått är individrisk och samhällsrisk. Bedömningen av individrisken syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan bedömningen av samhällsrisken syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker. För mer ingående beskrivning av hur dessa riskmått kvantifieras hänvisas till riskutredningens beräkningsbilaga.

Båda riskmått utgår från hur ofta olyckor förväntas inträffa (frekvens) och hur allvarlig olyckan är när det kommer till dödsfall (konsekvens). Frekvensen uttrycks ofta som antal gånger per år och eftersom de olyckor som analyseras förväntas inträffa väldigt sällan blir frekvensen liten. Ofta ligger frekvensen i spannet från 10^{-9} till 10^{-5} gånger per år (0,000000001 till 0,00001 gånger per år), vilket motsvarar att olyckan förväntas inträffa en gång på mellan 1 000 000 000 och 100 000 år. I tabeller och diagram skrivs frekvenser ofta istället ut som exempelvis $1E-9$, vilket motsvarar 10^{-9} .

2.4.1 Individrisk

Med individrisk avses risken för att en hypotetisk och oskyddad individ omkommer, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats (ofta utomhus) på ett visst avstånd från ett riskobjekt [2]. Individrisken tar inte hänsyn till hur många personer som faktiskt kan förväntas befinna sig i området runt riskobjektet och att det i verkligheten kan omkomma fler än en person vid en olycka. I stället fokuserar individrisken på just individen och hur ofta vi kan förvänta oss att en person omkommer på en specifik plats.

2.4.2 Samhällsrisk

Måttet för samhällsrisk tar till skillnad från individrisken även hänsyn till att flera personer kan omkomma vid samma olycka. Man väger sedan samman hur många personer som förväntas omkomma vid en olycka (konsekvens) med hur ofta olyckan förväntas inträffa (frekvens). För att beräkna hur många som förväntas omkomma vid en olycka utgår man från hur många personer som förväntas befinna sig i området och man kan också ta hänsyn till hur personantalet i området varierar över dygnet eller över året.

2.4.3 Presentation av risken

När individrisk och samhällsrisk har beräknats kan dessa mått presenteras på olika sätt. Vilket sätt som är lämpligt beror på hur kriterierna för riskvärdering är uttryckta. Risken behöver presenteras så att den går att jämföra med acceptanskriterierna.

Individrisk uttrycks ofta geografiskt med hur individrisken varierar med avståndet till riskobjektet. Till exempel kan man presentera det med individriskkonturer på karta, där varje individriskkontur motsvarar en viss risknivå. Individrisken kan också presenteras i diagram, där individrisken visas som funktion av avståndet från riskobjektet. På så vis kan det gå att utläsa exempelvis att inom avståndet 40 meter från riskobjektet är individrisken större än 10^{-7} och bortom 40 meter från riskobjektet är individrisken lägre än 10^{-7} . När man värderar risken utgår man sedan från hur risknivåerna varierar med avståndet och utifrån detta kan man säga om risken är tolerabel eller inte på olika avstånd från riskobjektet.

Samhällsrisk uttrycks ofta i ett diagram som kallas F/N-diagram, där F står för frekvens och N står för antal omkomna. Alla olycksscenarier som ingår i analysen ritas in i diagrammet och bildar en kurva. När man värderar risken utgår man sedan från hur kurvan förhåller sig till olika acceptanslinjer i diagrammet.

2.5 Kriterier för riskvärdering

När man ska bedöma om en risk är tolerabel eller inte så finns det fyra vägledande principer som kan användas som allmän utgångspunkt [2]:

- **Rimlighetsprincipen:** Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.
- **Proportionalitetsprincipen:** En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Om oönskade händelser inträffar bör de hellre inträffa ofta med mindre omfattning än sällan med katastrofal omfattning. Mindre olyckor kan enklare hanteras av befintliga resurser.

2.5.1 Kvantitativa kriterier – Det Norske Veritas (DNV)

För att de beräknade individ- och samhällsriskerna ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för riskvärdering. I Sverige saknas det nationellt fastställda kriterier för värdering av risk. Det finns däremot ett flertal tillämpningar och regionala och lokala vägledningar med riskacceptanskriterier.

Det Norske Veritas (DNV) har på uppdrag av Räddningsverket tagit fram riktlinjer som kan användas för värdering av individrisk och samhällsrisk [2]. Dessa kriterier har blivit något av en praxis att använda vid riskutredningar med avseende på transport av farligt gods i Sverige, och liknar de kriterier som finns i flera andra europeiska länder.

Kriterierna innebär att individrisken och samhällsrisken värderas utifrån två olika nivåer: en övre nivå, över vilken risker anses oacceptabelt stora; och en undre nivå, under vilken

risken anses vara så låg att inga åtgärder behövs. Området däremellan kallas ofta ALARP-området⁶. Vad dessa innebär förtydligas nedan:

- **Område för oacceptabel risk:** Risker inom detta område ska inte accepteras för nyetablering. För befintliga situationer föreslås däremot en mer flexibel tillämpning, som innebär att ett åtgärdsprogram bör utarbetas och praktiskt möjliga åtgärder för att reducera risken bör implementeras. Vid oacceptabel risk bör det inte tillåtas ombyggnader eller förändringar som ökar risken ytterligare.
- **ALARP-område:** Risker inom ALARP-området ska värderas som tolerabla om samtliga rimliga åtgärder vidtas. Vad som är rimliga åtgärder behöver värderas från fall till fall, men en utgångspunkt kan vara att göra en bedömning av respektive åtgärds kostnad i förhållande till den riskreducerande effekten. Om en risk ligger i den övre delen, nära området för oacceptabla risker, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder tolereras den endast om nyttan med verksamheten är mycket stor. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder för riskreduktion ska beaktas.
- **Område där risker kan anses små:** Risker inom detta område kan anses vara små och därmed värderas som tolerabla utan krav på omfattande riskreduktion. Fokus bör ligga på att säkerställa att den låga risknivån upprätthålls snarare än att reducera risken ytterligare. Dock bör möjligheter för ytterligare riskreduktion utredas, och åtgärder som inte innebär en omfattande kostnad bör implementeras.

För individrisk föreslås följande kriterier [2]:

- Övre nivå, över vilken risker anses oacceptabelt stora: 10^{-5} per år.
- Nedre nivå, under vilken risken anses vara så låg att inga åtgärder behövs: 10^{-7} per år.

För samhällsrisk föreslås följande kriterier [2]:

- Övre nivå, över vilken risker anses oacceptabelt stora: $F = 10^{-4}$ per år, för $N = 1$ med lutning på F/N-kurva = -1.
- Nedre nivå, under vilken risken anses vara så låg att inga åtgärder behövs: $F = 10^{-6}$ per år, för $N = 1$ med lutning på F/N-kurva = -1.

För transportleder föreslår DNV [2] att kriterierna för samhällsrisk tillämpas för en sträcka av 1 kilometer. Vidare anges att detta innebär att halva värdet kan tillämpas för en sträcka av 0,5 kilometer, och så vidare.

⁶ ALARP står för As low as reasonably practicable.

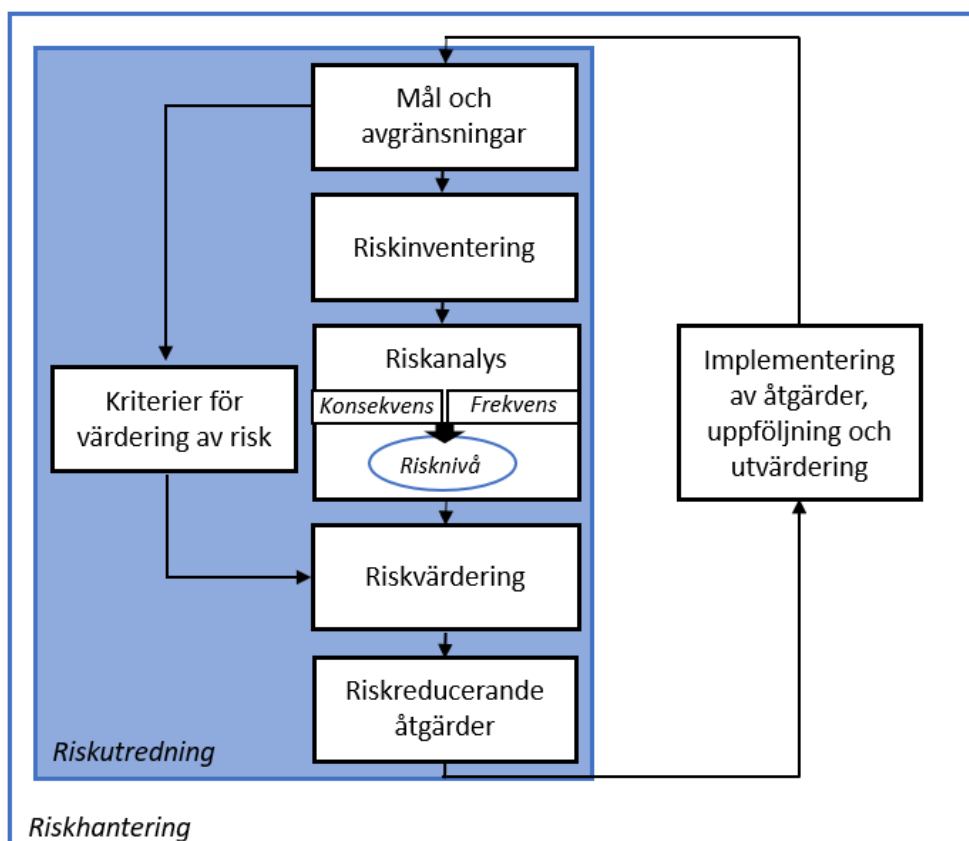
3 Metod

Riskutredningen är genomförd i enlighet med riskhanteringsprocessen som bland annat framgår av *SS-ISO 31000 Riskhantering – Vägledning* [3] och beskrivs nedan och illustreras i Figur 3-1.

Inledningsvis bestäms aktuella mål och avgränsningar för riskutredningen. Även vilka riktlinjer och principer för riskvärdering som ska användas fastställs (och redovisas i avsnitt 2). Därefter identifieras aktuella olycksscenarier genom en riskinventering. Syftet med riskinventeringen är att kartlägga vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenariernas frekvenser och konsekvenser. Detta kan göras antingen kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattning och förutsättningar. I denna riskutredning används en kvantitativ analysmetod. För mer ingående beskrivning av metodik och antaganden för frekvens- och konsekvensberäkningarna hänvisas till utredningens beräkningsbilaga.

I riskvärderingen jämförs resultatet från riskanalysen med aktuella acceptanskriterier utifrån riktlinjer och principer för värdering av risk. Syftet är att avgöra om risken är tolerabel eller ej. Utifrån resultatet av riskvärderingen undersöks behovet av riskreducerande åtgärder.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen.

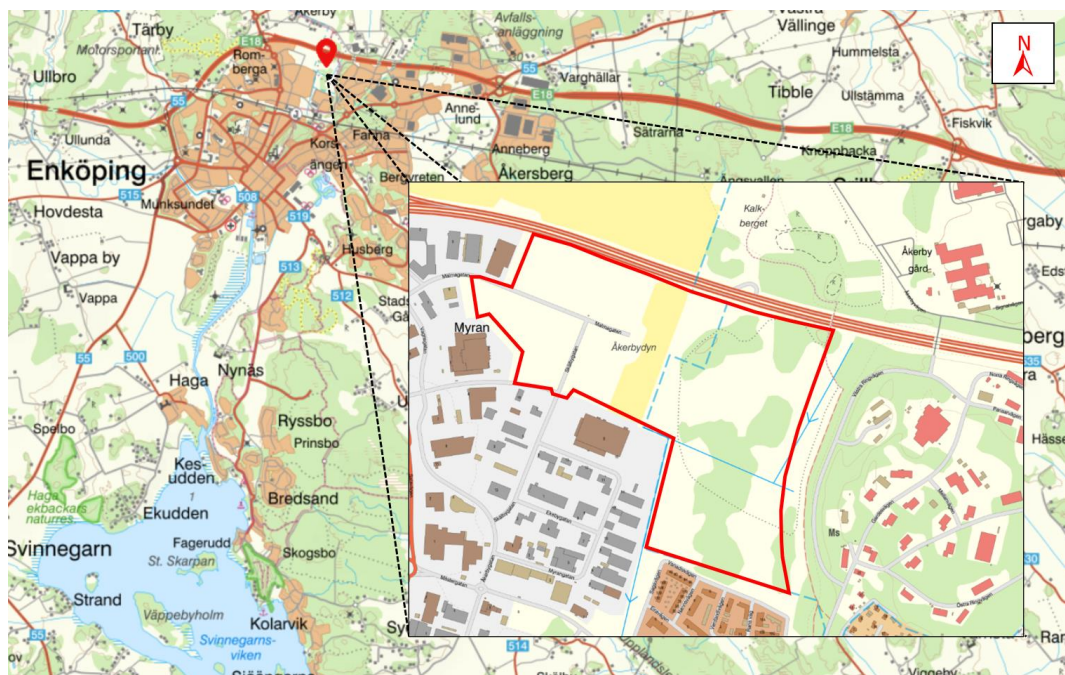
3.1 Programvara

Konsekvens- och frekvensberäkningar utförs med programvaran Riskcurves [4]. Programmet är framtaget av det oberoende forskningsinstitutet The Netherlands organisation for applied scientific research (TNO), och tillhandahålls av Gexcon.

Beräkningarna i utredningen baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves. Dessa är Purple Book [5], Yellow Book [6] och Green book [7]. Där andra källor används i beräkningarna redovisas detta tydligt. Konsekvensmodelleringarna är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista.

4 Beskrivning av planområde och omgivning

Planområdet för detaljplanen för Romberga 23:31 m.fl. är beläget i Enköpings kommun, söder om E18, se Figur 4-1. Planområdet omfattar fastigheterna Romberga 23:31 samt delar av Romberga 23:14 respektive Enköpings Garnison 1:1. I Figur 4-2 visas även gränsen för det område inom vilket risker behöver beaktas, det vill säga 150 meter från E18. Planområdet utgörs i dagsläget av gräsyta och skog, men detaljplaneförslaget medger kontor, detaljhandel och verksamheter.

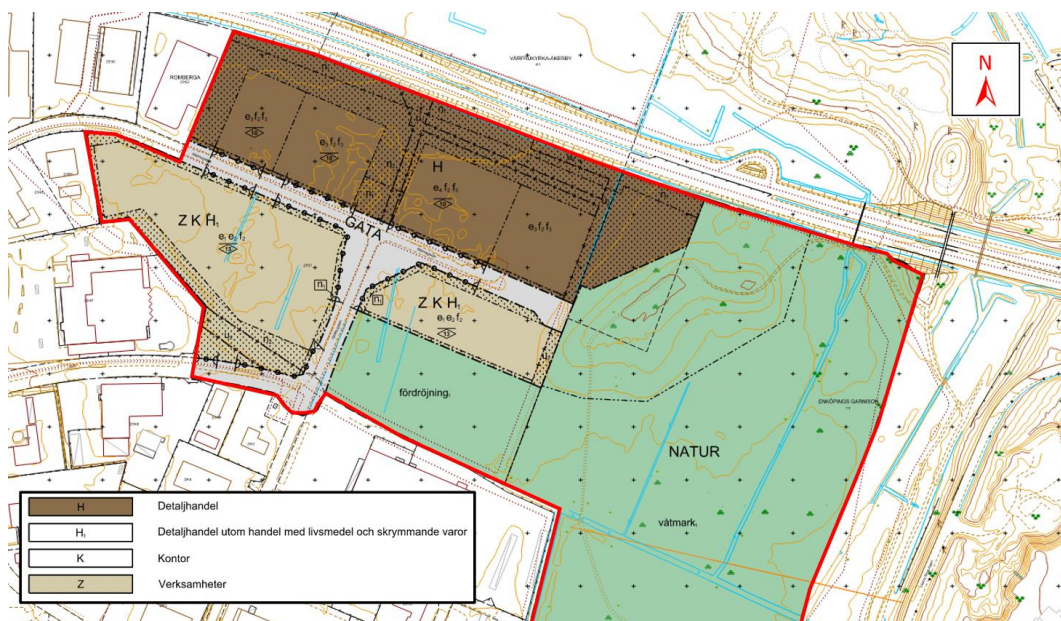


Figur 4-1. Lokalisering av planområdet. Planområdet är markerat med röd linje.



Figur 4-2. Markering av planområdets yta i röd heldragen linje. Vägkanten på E18 är markerad med gul linje. Avståndet 150 meter från E18 är markerat i turkos streckad linje.

Den östra delen av planområdet ska enligt detaljplaneförslaget förbli naturmark, se Figur 4-3. Enligt detaljplaneförslaget medges bebyggelse som närmast cirka 37 meter från E18, från vägkant uppmätt.



Figur 4-3. Markanvändning enligt detaljplaneförslaget [8].

Det finns ett viltstängsel och ett mindre dike som avskiljer planområdet och vägen. Det finns även en del växtlighet i form av träd intill vägen. I övrigt är topografin relativt platt.

4.1 Skyddsvärda objekt

I denna utredning utgörs skyddsvärda objekt av samtliga personer som vistas inom planerad markanvändning inom planområdet, både i och utanför byggnader. Dessa ska skyddas så att de inte utsätts för oacceptabla risker på grund av omkringliggande riskobjekt.

Detaljplanen kan förväntas innebära en stor ökning av antal personer inom området under dagtid. Under nattetid förväntas ingen stor ökning i personbelastning på området.

4.2 Riskobjekt

Intill planområdet är vägen E18 belägen. E18 är belägen norr om planområdet och utgör primär transportled för farligt gods. E18 löper mellan Stockholm och Oslo. Sträckan har intill planområdet fyra körfält, 2 i vardera riktning. Vägen är som närmast placerad cirka 37 meter från närmaste föreslagna bebyggelse på aktuellt planområde och har en hastighetsbegränsning på 110 km/h.

5 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

5.1 Olycka med farligt gods

Gods som har potential att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka under transport går under begreppet farligt gods. Farligt gods som transporteras på väg kategoriseras i ADR-klasser, som beskriver godsets egenskaper och risker⁷:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
 - Klass 1.1 – Ämnen och föremål som har en risk för massexplosion
 - Klass 1.2 – Ämnen och föremål som har en risk för splitter men inte en risk för massexplosion
 - Klass 1.3 – Ämnen och artiklar med risk för brand och antingen en mindre risk för explosion eller en mindre risk för splitter, eller båda, men inte en risk för massexplosion
 - Klass 1.4 – Ämnen och föremål som endast utgör en liten risk för explosion vid antändning eller initiering under transport
 - Klass 1.5 – Mycket okänsliga ämnen med risk för massexplosion som är så okänsliga att det finns mycket liten sannolikhet för initiering eller övergång från brand till detonation under normala transportförhållanden
 - Klass 1.6 – Extremt okänsliga föremål som inte har någon risk för massexplosion
- Klass 2 – Gaser
 - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
 - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
 - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
 - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
 - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
 - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
 - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
 - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittsamma ämnen
 - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
 - Klass 6.2 – Smittsamma ämnen
- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

Utifrån lastbilsstatistik från myndigheten Trafikanalys [9] för perioden mellan 2014 och 2023, kan konstateras att "Klass 3 – Brandfarliga vätskor" är den absolut vanligaste klassen som förekommer på svenska vägar och utgör ungefär hälften av alla transporter med farligt gods. Därefter följer "Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser" och "Klass 8 – Frätande ämnen". Övriga klasser är mindre vanligt förekommande.

⁷ I lagen (2006:263) om transport av farligt gods och tillhörande förordning regleras aspekter kopplat till förberedelse inför och utförande av transporter av farligt gods med syftet att förebygga, hindra och begränsa att transporter av farligt gods eller obehörigt förfarande med godset orsakar skador på liv, hälsa, miljö eller egendom. Dessa aspekter berörs inte i denna utredning.

På E18 förväntas transporter av farligt gods i samtliga klasser. Hur stor andel som respektive klass förväntas utgöra av det totala antalet godstransporter på den aktuella delen av vägen beskrivs i avsnitt 6.

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Följande delkapitel beskriver hur de olika klasserna av farligt gods kan komma att påverka det aktuella planområdet vid en olycka. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

5.1.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål innehåller stora mängder energi som kan orsaka en explosion om energin släpps fri. Explosiva ämnen och föremål delas in i sex underklasser, och det är primärt "Underklass 1.1 – Ämnen och föremål med risk för massexlosion" som har ett konsekvensområde som är så pass utbredd att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde.

Varor som tillhör Underklass 1.1 motsvarar varor där i princip hela lasten påverkas samtidigt vid en explosion. Risk för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor eller vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna på människor vid en explosion orsakas främst av explosionens tryckvågsutredning, där påverkan kan vara både direkt eller indirekt. Indirekt påverkan handlar om att en explosion kan leda till att byggnader kollapsar, vilket i sin tur kan döda personer som befinner sig i byggnaderna. Eftersom konsekvensområdet vid en olycka med explosiva ämnen och föremål kan bli mycket stort inkluderas scenarier för sådana olyckor i riskanalysen.

5.1.2 Klass 2 – Gaser

Klass 2 delas in i tre underklasser: brandfarliga gaser, icke brandfarliga och icke giftiga gaser, och giftiga gaser.

5.1.2.1 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Brandfarliga gaser kan vid rumstemperatur bilda en antändbar gasblandning med luft. Exempel på brandfarlig gas är propan (gasol) som utgör en stor andel av transporterna med brandfarlig gas.

Vid en olycka där brandfarlig gas antänds kan konsekvenserna sträcka sig långt från olycksplatsen. Därför inkluderas denna typ av olyckor i riskanalysen. En olycka med brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

- jetbrand
- gasmolnsbrand och gasmolnsexlosion
- BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion).

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas, som strömmar ut genom ett hål i en tank, antänds och bildar en jetflamma. Flammans längd påverkas bland annat av hålets storlek och behållarens tryck [10]. En jetbrand kan orsaka skador på människor genom värmestrålning.

Gasmolnsbrand och gasmolnsexlosion

Om brännbar gas som läcker ur en tank inte antänds omedelbart kan det uppstå ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till en gasmolnsbrand och i vissa fall gasmolnsexlosion. Enbart gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en lägre förbränningshastighet som inte genererar någon tryckvåg. En gasmolnsbrand kan orsaka skador på människor genom värmestrålning.

Vid en gasmolnsexlosion har delar av eller hela gasmolnet förutsättningar för att förbränningshastigheten ska bli så hög att en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra

flesta fallen av typen deflagration, vilket betyder att flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg jämfört med en detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft. I de flesta fall krävs även att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. En gasmolnsexplosion kan orsaka skador på människor genom värmestrålning och övertryck från tryckvågen.

BLEVE

BLEVE kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas påverkas utifrån av en brand, exempelvis om ett läckage från en närliggande tank antänds. Värmestrålningen från branden gör att temperaturen i tanken höjs och den kondenserade gasen börjar förångas. Förångningen leder till en tryckökning i tanken som till slut rämnar. Innehållet i tanken övergår då helt i gasfas, expanderar och antänds av den yttre branden. Vid antändningen bildas ett eldklot med stor diameter som avger en intensiv värmestrålning och tryckvåg som kan skada människor.

5.1.2.2 Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser

Ämnen i Klass 2.2 är varken brandfarliga eller giftiga och olyckor med dessa gaser påverkar inte människor som vistas i närheten. Ämnen i Klass 2.2 beaktas därmed inte i riskanalysen.

5.1.2.3 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Giftiga gaser kan ha en toxisk effekt på människor. Exempel på giftiga gaser är ammoniak, klor och svaveldioxid.

Vid en olycka med läckage av giftig gas kan ett moln av giftig gas spridas och orsaka allvarliga skador eller dödsfall bland människor hundratals meter från olycksplatsen. Olyckor med giftiga gaser inkluderas därför i riskanalysen. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka.

Två giftiga gaser som vanligtvis inkluderas i riskutredningar är ammoniak och klor. Både ammoniak och klor transporteras tryckkondenserade, vilket innebär att det vid läckage sker en kraftig förångning av gasen. Båda gaserna är mycket giftiga och kan vara livsfarliga vid inandning.

Ammoniak

När ammoniak förångas till gas och bildar ett gasmoln finns det kvar små droppar eller aerosoler av vätskeformig ammoniak i gasmolnet. Därför uppträder gasmolnet inledningsvis som en tung gas. I stället för att spridas uppåt, som gasmoln av lätta gaser vanligtvis gör, så sprids gasen inledningsvis i sidled längs marken. När luft blandas in efter hand och de sista dropparna av ammoniak också blir till gas så sjunker gasmolnets densitet och gasmolnet med ammoniak sprids även i höjdlid. Beroende på hur mycket gas som läcker ut så kan riskområdet vara allt från några hundra meter upp till några kilometer.

Klor

Klor är en tung gas och sprids därför främst i sidled längs marken. När mer luft har blandats in i gasmolnet så kan den även spridas i höjdlid. Eftersom klor är giftigare än ammoniak så kan riskområdet bli ännu större än för ammoniak och sträcka sig över en mil.

5.1.3 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor har en flampunkt på högst 100 °C. Exempel på brandfarliga vätskor är bensin, eldningsolja, alkoholer och många lösningsmedel.

En möjlig olycka med brandfarlig vätska är ett läckage som antänds. Beroende på den brandfarliga vätskans egenskaper kan antändningen ske antingen i form av direkt antändning vilket medför pölbrand, eller fördröjd antändning av förångad vätska vilket medför gasmolnsbrand och potentiellt gasmolnsexplosion. En pölbrand kan påverka människor direkt genom strålning eller genom giftiga brandgaser. Vid en gasmolnsexplosion kan människor utöver detta även påverkas av explosionsövertryck. Värmestrålningen som avges kan också orsaka en större brand i en byggnad där människor befinner sig. Värmestrålningen kan påverka människor inom ett avstånd i storleksordningen tiotals meter från olycksplatsen. Avståndet beror på typen och mängden vätska som läcker ut. Eftersom pölbränder kan orsaka konsekvenser utanför olycksplatsen inkluderas denna typ av olycka i riskanalysen.

5.1.4 Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen

Brandfarliga fasta ämnen är bland annat tändstickor och metallpulver, självantändande ämnen (till exempel kol och fiskmjöl), samt ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten.

Vid en olycka kan brandfarliga fasta ämnen antändas. Konsekvenserna orsakas av strålning och giftig rök från branden. Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. Detta innebär att konsekvenserna begränsas till olycksplatsens direkta närområde. Därför inkluderas inte olyckor med brandfarliga fasta ämnen i riskanalysen.

5.1.5 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Klass 5 delas in i två underklasser: oxiderande ämnen och organiska peroxider.

5.1.5.1 Klass 5.1 – Oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen är inte nödvändigtvis brännbara i sig själva men kan orsaka eller bidra till förbränning av andra ämnen. Exempel på oxiderande ämnen är väteperoxid, natriumklorat och ammoniumnitrat.

Vid en olycka med oxiderande ämnen som utsätts för en brand kommer brandens intensitet att öka, med risk för ett explosionsartat brandförlopp. Dessutom sönderfaller vissa oxiderande ämnen våldsamt vid upphettning, och om de kommer i kontakt med brännbara vätskor eller annat brännbart material så kan de avge mycket värme. Värmen som avges kan lätt orsaka antändning som ibland blir explosionsartad [11]. Konsekvenserna av denna typ av olyckor liknar konsekvenserna från pölbränder och explosioner; de kan orsaka allvarliga konsekvenser på avstånd som sträcker sig bortom olycksplatsen. Olyckor med oxiderande ämnen inkluderas därför i riskanalysen.

5.1.5.2 Klass 5.2 – Organiska peroxider

Organiska peroxider är instabila ämnen som kan reagera spontant och ge kraftig värmeutveckling. Exempel på organiska peroxider är bensoylperoxid och perättiksyra.

Vid en olycka med organiska peroxider kan ämnet reagera spontant och avge värme (exotermt sönderfall). Detta sönderfall kan orsakas av värme, kontakt med föroreningar, friktion eller stötar och kan inträffa vid en trafikolycka. Sönderfallshastigheten ökar med temperaturen och för flera ämnen kan sönderfallet börja redan under rumstemperatur. Det behöver alltså inte brinna för att sönderfallet ska börja. Sönderfallet kan ske explosionsartat och om ämnet börjar brinna kan branden bli mycket kraftig [12]. Konsekvenserna av denna typ av olyckor liknar konsekvenserna från pölbränder och explosioner; de kan orsaka allvarliga konsekvenser på avstånd som sträcker sig bortom olycksplatsen. Olyckor med oxiderande ämnen inkluderas därför i riskanalysen.

5.1.6 Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen

Klass 6 delas in i två underklasser: giftiga ämnen och smittsamma ämnen.

5.1.6.1 Klass 6.1 – Giftiga ämnen

Giftiga ämnen kan i små mängder och med kort exponering orsaka skador eller dödsfall bland människor vid inandning, absorption eller förtäring. Exempel på giftiga ämnen är arsenik, kloroform och cyanid.

Det krävs fysisk kontakt med ämnena för att bli skadad och vid en olycka med giftiga ämnen begränsas därmed konsekvensområdet ofta till olycksplatsens absoluta närhet. Därför inkluderas giftiga ämnen inte i riskanalysen.

5.1.6.2 Klass 6.2 – Smittsamma ämnen

Smittsamma ämnen innehåller mikroorganismer (patogener) som kan orsaka sjukdom, bestående skada eller dödsfall. Exempel på smittsamma ämnen är biologiska produkter, kulturer, medicinskt och kliniskt avfall.

Det krävs fysisk kontakt med ämnena för att bli skadad och vid en olycka med smittsamma ämnen begränsas därmed konsekvensområdet ofta till olycksplatsens absoluta närhet. Därför inkluderas smittsamma ämnen inte i riskanalysen.

5.1.7 Klass 7 – Radioaktiva ämnen

Radioaktiva ämnen innehåller atomer med instabil kärna som sönderfaller och avger radioaktiv strålning. Radioaktivt material innehåller radioaktiva ämnen och exempel på detta är densitetsmätare, produkter för utarmat uran och brandsläckningssystem [13].

Konsekvenserna av olyckor med radioaktiva ämnen är oftast väldigt begränsade till olycksplatsens närområde. Men om stora mängder transporteras kan konsekvenserna bli större. Det kan till exempel vara vid transport av kärnavfall. Transporter av radioaktiva ämnen omgärdas av stor säkerhet och flera försiktighetsåtgärder. Därför bedöms sannolikheten för en olycka med radioaktiva ämnen vara mycket låg. Olyckor med radioaktiva ämnen inkluderas därmed inte i riskanalysen.

5.1.8 Klass 8 – Frätande ämnen

Frätande ämnen orsakar bestående skador på huden. Exempel på frätande ämnen är formaldehyd, saltsyra, jod, metakrylsyra, salpetersyra och svavelsyra [14]. Frätande ämnen kan till exempel finnas i batterier.

Det krävs fysisk kontakt med ämnena för att bli skadad och vid en olycka med frätande ämnen begränsas därmed konsekvensområdet ofta till olycksplatsens absoluta närhet. Därför inkluderas frätande ämnen inte i riskanalysen.

5.1.9 Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

I klassen "Övriga farliga ämnen och föremål" finns ämnen och föremål som utgör fara men som inte omfattas av övriga klasser. Det kan exempelvis handla om miljöfarliga ämnen, fint damm som är farligt att andas in (till exempel asbest), livräddningsutrustning som innehåller farligt ämne eller är självupplåsand och litiumbatterier [15].

I samband med en olycka förväntas ingen spridning av de farliga ämnena och föremålen. Konsekvenserna begränsas till olycksplatsens närområde och beaktas därmed inte i denna typ av ämnen och föremål i riskanalysen.

5.2 Sammanfattning av aktuella olyckstyper

Utifrån riskinventeringen beaktas följande olyckstyper i riskanalysen:

- Olycka med farligt gods
 - Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
 - Massexlosion
 - Klass 2.1 – Brandfarlig gas
 - Jetbrand
 - Gasmolnsbrand och gasmolnsexlosion
 - BLEVE
 - Klass 2.3 – Giftig gas
 - Spridning av giftig gas
 - Klass 3 – Brandfarlig vätska
 - Pölbrand
 - Gasmolnsbrand och gasmolnsexlosion
 - Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
 - Pölbrand
 - Massexlosion

I beräkningsbilagan redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående olyckstyper.

6 Riskanalys

Detta avsnitt presenterar resultatet från riskanalysen för år 2040. I efterföljande kapitel jämförs resultatet med kriterier för riskvärdering. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till riskutredningens beräkningsbilaga.

6.1 Förutsättningar för beräkningar

Individ- och samhällsrisk beräknas med hjälp av datorprogrammet Riskcurves. För beräkningarna behövs olika indata, till exempel väderförhållanden, personbelastning, och frekvens för olika olycksscenarier. För att ta fram frekvensen för olika olycksscenarier behövs bland annat indata för trafikmängd och fördelning av farligt gods. I Riskcurves behövs även parametrar som beskriver omgivningen. För omgivningsparametrarna finns olika standardvärden i Riskcurves som används i denna riskutredning.

Detta avsnitt redovisar översiktligt viktiga indataparametrar och vilka antaganden som har gjorts. En mer detaljerad beskrivning av samtliga indata och antaganden finns i beräkningsbilagan. I beräkningsbilagan redovisas även hur frekvens- och konsekvensberäkningarna görs.

6.1.1 Väderförhållanden

Väderförhållanden i form av vindriktning, vindhastighet och stabilitetsklass påverkar hur långt och i vilken riktning ett gasmoln sprids och hur snabbt det späds ut. I beräkningarna representeras de förväntade väderscenarierna av tre kombinationer av vindhastighet och stabilitetsklass samt tolv vindriktningar. Dessa parametrar kombineras systematiskt och skapar ett antal väderscenarier. Hur vanligt förekommande varje scenario är beräknas utifrån statistik för historisk vindhastighet, vindriktning och stabilitetsklasser. Statistiken är hämtad från mätstation Enköping som är den aktiva väderstation som ligger närmast planområdet.

Prognoser av det framtida klimatet ger inga tydliga indikationer på hur vinden kommer att påverkas av klimatförändringarna och det kan inte påvisas att de senaste svåra stormarna i Sverige beror på den globala uppvärmningen [16]. Därmed bedöms historisk statistik avseende väderförhållanden vara representativa även för framtiden.

6.1.2 Personbelastning

För att beräkna samhällsrisk behöver det uppskattas hur många människor som vistas inom det område där det finns risk att omkomma av en olycka med farligt gods på E18. Området behöver vara tillräckligt stort i förhållande till den potentiella utbredningen av konsekvenser för olyckorna som studeras. Om området är för litet så kommer risken att underskattas. Utifrån den praxis som har etablerats i denna typ av riskutredningar används ett kvadratisk område som är en kvadratkilometer stort och det antal människor som förväntas befinna sig i detta område. Planområdet placeras i centrum av detta större område.

Personbelastningen uppskattas utifrån fastställda detaljplaner och planerad bebyggelse inom aktuellt planområde samt schablonvärden för olika typ av markanvändning. I beräkningsprogrammet Riskcurves placeras befolkningen ut i så kallade befolkningspolygoner, se Figur 6-1. Enbart områden där människor förväntas vistas stadigvarande⁸ inkluderas. För befolkningen inom varje befolkningspolygon ansätts värden

⁸ I risksammanhang definieras "stadigvarande vistelse" ofta som en typ av markanvändning där människor uppmuntras till att befinna sig mer än bara en kort stund. Denna definition används också i denna rapport. Länsstyrelsen Skåne ger följande exempel på markanvändning som *inte* uppmuntrar till stadigvarande vistelse: parkering (P), trafik (T), odling (L), friluftsområde (t.ex. motionsspår) (N) och tekniska anläggningar (E) [23]. Stadigvarande vistelse ska alltså inte ses som ett motsatsbegrepp till markanvändningen "tillfällig vistelse" (O) som avser exempelvis tillfällig övernattning och konferensanläggningar.

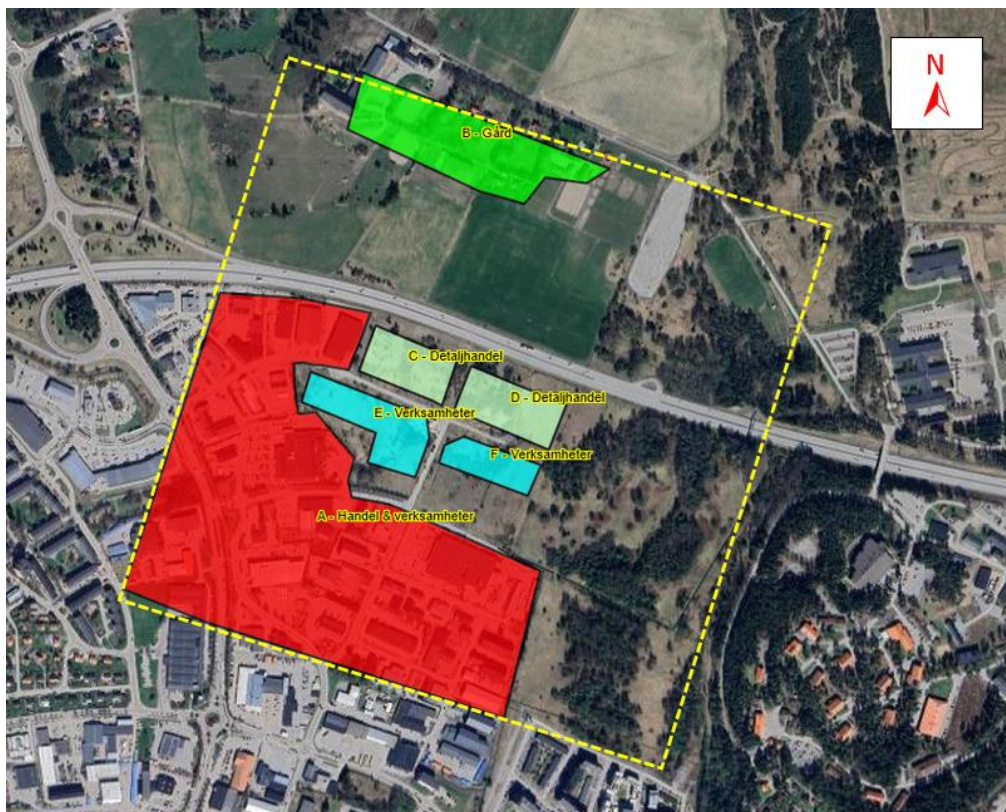
för ett antal parametrar, för att beskriva hur ofta det förväntas att människorna vistas inom området. Dessa parametrar innefattar:

- antalet personer i området under dagtid respektive nattetid
- andel personer inomhus under dagtid respektive nattetid
- nyttjandegrad (hur många dagar per år ett visst område används).

Personbelastningen redovisas för två alternativ. Det ena är utvecklingsalternativet, det vill säga förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget. Det andra är ett nollalternativ som är den förväntade personbelastningen om planförslaget inte genomförs. Att använda två alternativa personbelastningar gör det möjligt att synliggöra den eventuella ökning i samhällsrisk som planförslaget innebär.

I denna utredning utgör exploatering av område C-F, det vill säga detaljplaneförslaget, i Figur 6-1 den enda skillnaden mellan nollalternativet och utvecklingsalternativet.

Utöver planområdet beaktas två områden i anslutning till planområdet som ingår i det kvadratiske området på en kvadratkilometer, se Figur 6-1. I Tabell 6-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt detaljplaneförslaget.



Figur 6-1. Indelning av område utifrån markanvändning. Den en kvadratkilometers stora geografiska avgränsningen markeras med gul streckad linje.

Tabell 6-1. Specifiering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt detaljplaneförslag. Fetmarkerad text avser tillkommande verksamheter som detaljplaneförslaget medger.

Område	Markanvändning nollalternativ	Markanvändning utvecklingsalternativ	Kommentar om personbelastning
A	Handel & verksamheter	Handel & verksamheter	Personbelastningen baseras schablonvärden från RIKTSAM [17]
B	Gård	Gård	Personbelastningen baseras på uppskattning av handläggare
C	Obebyggd	Detaljhandel	Personbelastningen baseras på uppskattning av handläggare
D	Obebyggd	Detaljhandel	Personbelastningen baseras på uppskattning av handläggare
E	Obebyggd	Verksamheter	Personbelastningen baseras schablonvärden från RIKTSAM [17]
F	Obebyggd	Verksamheter	Personbelastningen baseras schablonvärden från RIKTSAM [17]

6.1.3 Trafikmängd

Trafikmängden påverkar hur ofta olyckor förväntas inträffa (frekvensen) och påverkar både individ- och samhällsriskerna.

I beräkningarna används prognostiserade trafikuppgifter för år 2040 för den aktuella vägsträckan. De trafikmängder som används i beräkningarna presenteras i Tabell 6-2. Trafikmängden avser transporter för båda riktningarna på vägen och uttrycks som årsdygnstrafik. Årsdygnstrafik är ett mått på det genomsnittliga trafikflödet per dygn, baserat på antalet fordon per dygn under ett helt år. Årsdygnstrafik för både total trafik och tung trafik används i beräkningarna. Uppgifterna hämtas från Trafikverkets vägtrafikflödeskarta [18] och för att beräkna den förväntade årsdygnstrafiken för år 2040 tillämpas Trafikverkets trafikutvecklingstal [19].

Myndigheten Trafikanalys presenterar statistik för ett antal olika parametrar som kan användas för att beräkna hur stor andel av alla godstransporter som utgörs av farligt gods, däribland totalt antal körda kilometer, antal transporter, transportarbete och transporterad godsmängd. Av dessa bedöms antal körda kilometer vara mest relevant för att uppskatta hur stor andel av förbikörande godstransporter som utgörs av farligt gods. Av alla inrikes godstransporter utgjorde farligt gods, mellan år 2014 och 2023, i snitt 2,5 procent av totalt antal körda kilometer tung trafik på väg. Eftersom antalet transporter av farligt gods kan variera i stor utsträckning mellan olika vägar behöver det tas höjd för att andelen farligt gods kan vara högre på den aktuella vägsträckan jämfört med det nationella snittet. I beräkningarna utgås det därför från att andelen farligt gods på den aktuella vägsträckan är 50 procent större än det nationella snittet för perioden mellan 2014 och 2023. Detta innebär att antalet farligt godstransporter antas utgöra 3,7 procent av antalet godstransporter som passerar förbi området.

Tabell 6-2. Årsdygnstrafik för olika trafikslag för E18 år 2040.

Trafiktyp	Årsdygnstrafik
Total trafik	40 085
Tung trafik	3 498
Farligt gods	131

6.1.4 Fördelning av farligt gods

För att kunna beräkna individ- och samhällsriskerna för olika typer av farligt gods-olyckor behövs frekvensen för olycka med respektive klass av farligt gods. Detta beräknas bland annat utifrån förväntad fördelning mellan ADR-klasserna.

I frekvensberäkningarna för trafikolycka på väg utgår det från en fördelning av klasserna som bygger på nationell statistik från myndigheten Trafikanalys [9]. I statistiken anges hur stor andel som respektive klass utgör av totalt transportarbete, total godsmängd, totalt antal transporter och totalt antal körda kilometer av samtliga inrikes godstransporter. Av dessa parametrar bedöms antal körda kilometer vara mest relevant för att uppskatta hur stor andel av förbikörande godstransporter som utgörs av de olika klasserna. I Tabell 6-3 redovisas en genomsnittlig fördelning av de olika klasserna för perioden mellan 2014 och 2023, som används i beräkningarna.

Tabell 6-3. Fördelning av farligt gods i olika ADR-klasser på väg. Fördelningen är baserad på nationell statistik från myndigheten Trafikanalys för antal körda kilometer med godstransporter år 2014–2023.

Klass	Fördelning [%]
1	0,63
2.1	7,42
2.2	23,86
2.3	0,10
3	42,02
4	2,28
5	3,40
6	4,39
7	0,11
8	12,11
9	3,70
Totalt	100

6.1.5 Frekvens för olycka med farligt gods

Frekvensen för olycka med farligt gods på väg beräknas i enlighet med den så kallade VTI-metoden som presenteras i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* av före detta Räddningsverket [20]. Metoden analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden och tar hänsyn till bland annat hastighetsgräns och vägtyp. Frekvensen för en trafikolycka på väg som involverar ett farligt gods-fordon är $1,74E-2$ vilket motsvarar en återkomsttid på 58 år.

Att det sker en olycka som involverar farligt gods betyder dock inte nödvändigtvis att det farliga godset sprids utanför tanken och medför allvarliga konsekvenser för omgivningen, exempelvis i form av pölbrand eller explosion. Frekvensen för sådana olycksscenarioer beror dels på fördelningen av de olika farligt gods-klasserna i enlighet med avsnitt 6.1.4, dels på sannolikheten för en rad händelser, exempelvis läckage och antändning. Sannolikheter för sådana händelser, och frekvenser för varje specifikt olycksscenario, redovisas i beräkningsbilagan.

6.2 Individrisk

Nedan presenteras riskanalysens resultat med avseende på individrisk. Individriska är oberoende av personbelastning och därför är individriska samma för nollalternativet och utvecklingsalternativet.

6.2.1 Olycka med farligt gods

Figur 6-2 visar individrisken kopplat till aktuellt riskobjekt.

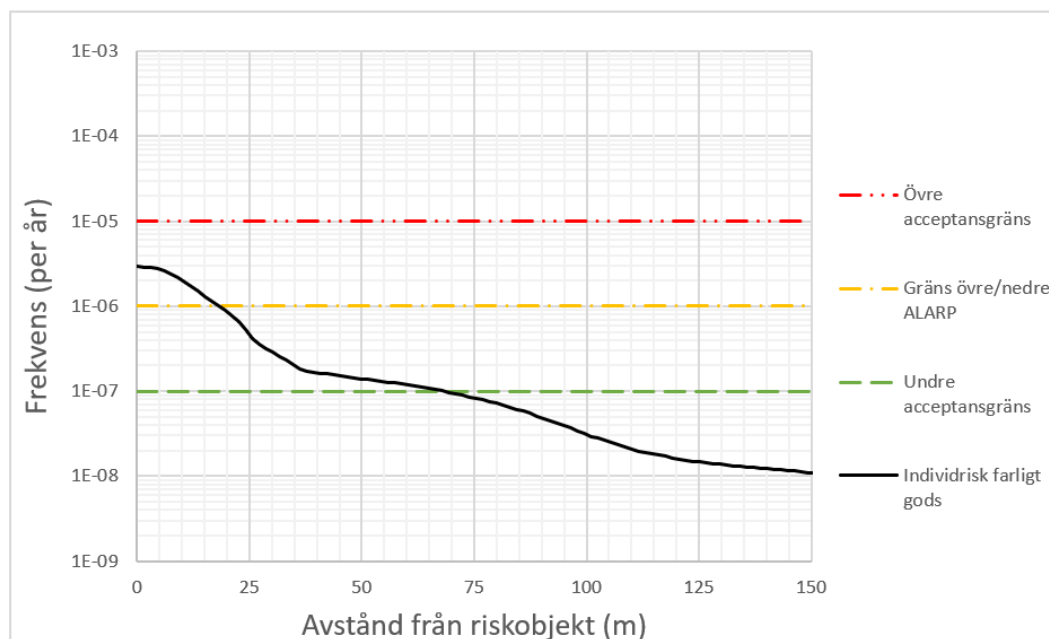


Figur 6-2. Individrisk från transport av farligt gods på den studerade vägsträckan. Gul konturkurva motsvarar individrisknivån 10^{-6} . Grön konturkurva motsvarar individrisknivån 10^{-7} .

Individrisken vid olika avstånd från vägen påverkas bland annat av hur vanliga olika vindriktningar är. Därför kan risknivån vara olika på olika sidor om vägen trots att avståndet är detsamma. I Figur 6-3 presenteras individrisken för den sida av vägen som vetter mot planområdet.

Följande resultat för individrisken för olycka med farlig gods, med avseende på avstånd från E18 till risknivåer, kan utläsas ur Figur 6-3:

- Oacceptabel individrisk förekommer inte på något avstånd från E18.
- Individrisk inom övre ALARP-området förekommer på avstånd kortare än 19 meter från E18.
- Risk inom nedre ALARP-området förekommer på avstånd mellan 19 – 68 meter från E18.
- Risken är tolerabel på avstånd längre än 68 meter från E18.



Figur 6-3. Individrisk på olika avstånd från E18.

För att få en förståelse för hur riskerna bör hanteras på olika avstånd från vägen studeras vilka klasser med farligt gods som bidrar mest till individrisken på olika avstånd. I Tabell 6-4 illustreras vilka olycksscenarier som främst bidrar till individrisken på olika avstånd från vägen. Avstånden omfattar tre avstånd: 37 meter (vilket motsvarar det kortaste avstånd där bebyggelse planeras inom detaljplanen), 70 meter samt 150 meter (vilket motsvarar det avstånd där farligt godsleden ej behöver beaktas för detaljplaneärenden).

Det framgår att brandfarlig gas (ej BLEVE) utgör det största bidraget på avstånden 37 meter, såväl som 70 meter. Främst genom risken för jetbrand, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion. Bidraget från giftig gas ökar på längre avstånd från transportleden.

Det bör nämnas att de scenarier som bidrar till individrisken på längre avstånd även bidrar till individrisken på kortare avstånd, men att bidraget då utgör en lägre andel av den totala individrisken.

Tabell 6-4. Bidrag till individrisken från olika klasser av farligt gods på utvalda avstånd från vägen. På samtliga avstånd bidrar explosiva ämnen obetydligt till individrisken och inkluderas därför inte i tabellen.

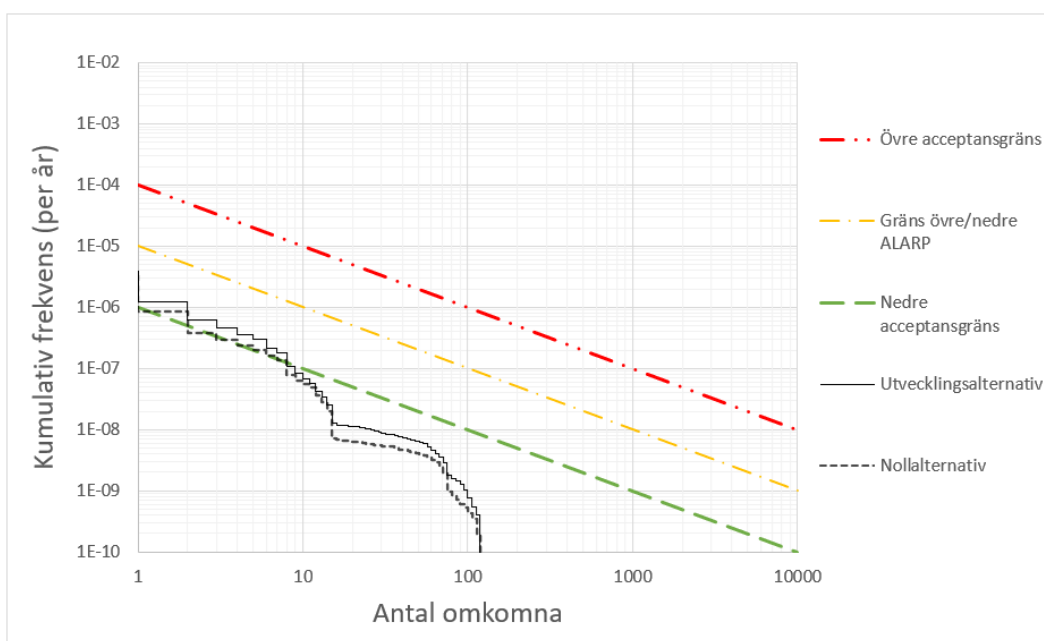
Avstånd från väg [m]	Individrisk	Bidrag till individrisken		
		Olycksscenario	Bidrag [%]	Värde
37	1,67E-7	Brandfarlig gas, ej BLEVE	85,5	1,40E-07
		Giftig gas	6,8	1,12E-08
		Brandfarlig gas, BLEVE	4,9	8,03E-09
		Brandfarlig vätska	1,5	2,45E-09
70	9,48E-08	Brandfarlig gas, ej BLEVE	79,0	7,48E-8
		Giftig gas	11,3	1,07E-8
		Brandfarlig gas, BLEVE	7,8	7,38E-9
150	1,08E-8	Giftig gas	80,3	8,08E-8
		Brandfarlig gas, BLEVE	19,7	2,13E-9

6.3 Samhällsrisk

Nedan presenteras riskanalysens resultat med avseende på samhällsrisk.

Figur 6-4 visar samhällsriskerna från olyckor på E18 i form av F/N-kurvor för utvecklingsalternativet och nollalternativet. Följande resultat för samhällsriskerna för utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 6-4.

- Oacceptabel samhällsrisk förekommer inte.
- Samhällsrisk inom övre ALARP-området förekommer inte.
- Samhällsriskerna är inom det nedre ALARP-området för scenarier där 0 till 8 personer förväntas omkomma.
- Samhällsriskerna är tolerabel för scenarier där fler än 8 personer förväntas omkomma.



Figur 6-4. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods.

Figur 6-4 visar att utvecklingsalternativet medför en ökning av samhällsriskerna jämfört med nollalternativet. Ökningen är marginell, men den innebär att utvecklingsalternativet delvis ligger inom det undre ALARP-området. En stor del av samhällsriskerna för utvecklingsalternativet utgörs av sådant som inte berörs av planförslaget, det vill säga av befintlig bebyggelse.

Vid analys av respektive scenarios riskbidrag till den totala samhällsriskerna kan det konstateras att brandfarlig gas utgör cirka 58 procent av samhällsriskerna. Därför bör riskreducerande åtgärder mot dessa skadehändelser prioriteras. I övrigt kommer cirka 32 procent av bidraget till samhällsrisknivån från olyckor med brandfarlig vätska och oxiderande ämnen och cirka 4 procent från olyckor med giftig gas.

7 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys

En riskanalys är alltid förknippad med osäkerheter eftersom det handlar om analyser av olyckor som skulle kunna inträffa i framtiden. Det är omöjligt att med säkerhet veta vad som kommer hända, hur ofta det kommer ske och vilka konsekvenserna kommer bli.

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet: kunskapsosäkerhet och slumpmässig osäkerhet. Kunskapsosäkerhet handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin minska om ytterligare information samlas in. Slumpmässig osäkerhet går däremot inte att minska och beror på att vissa saker varierar naturligt, till exempel vindhastighet och åt vilket håll det blåser. Denna riskutredning innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framför allt kunskapsosäkerhet.

För att kunna säga något om dessa osäkerheter används två analyser: osäkerhets- och känslighetsanalys.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa hur mycket osäkerhet det finns i riskanalysens resultat. Med hjälp av en kvantitativ osäkerhetsanalys kan man till exempel presentera risken som ett intervall i stället för en enda siffra. I denna utredning görs dock en kvalitativ osäkerhetsanalys. I stället för att beräkna ett intervall diskuteras vilka val som har gjorts kring osäkra parametrar och hur konservativa antaganden används i beräkningarna för att ta höjd för osäkerheter i riskanalysen. Det innebär att resultatet hamnar i den del av intervallet som innebär högst risk. Känslighetsanalysen fokuserar på beräkningsmodellerna och hur stor skillnad det hade kunnat bli i riskanalysens resultat om annan indata eller andra beräkningsmodeller hade använts.

7.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. I denna riskutrednings känslighetsanalys undersöks hur känsliga resultaten är för variation i fyra parametrar:

- antal transporter av farligt gods
- fördelning av farligt gods
- personbelastning
- konsekvenser till följd av olycksscenarierna.

7.1.1 Antal transporter av farligt gods

I modellerna som används finns ett linjärt samband mellan risknivån och antalet transporter av farligt gods. Detta innebär att en procentuell förändring av antalet transporter av farligt gods ger motsvarande procentuell förändring av risknivån. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med tio procent att olycksfrekvensen, och därmed individrisken och samhällsriskerna, ökar med tio procent.

Genom att förändra andelen farligt gods av total mängd tung trafik förändras risknivån på motsvarande sätt som om antalet transporter ökar, eftersom en ökning av andelen farligt gods innebär en motsvarande ökning i antalet transporter med farligt gods.

7.1.2 Fördelning av farligt gods

Vad gäller fördelningen mellan klasser av farligt gods är sambandet inte lika tydligt, eftersom de olika farligt gods-klasserna medför olika typer av konsekvenser med olika konsekvensavstånd. Generellt kan sägas att en ökning av andelen av en enskild klass av farligt gods innebär en ökning av individrisken på samtliga avstånd inom de konsekvensavstånd som relateras till den specifika klassen av farligt gods. Detta innebär att en ökning av andelen klasser som endast medför korta konsekvensavstånd, exempelvis

brandfarlig vätska, också endast höjer individrisken på korta avstånd. Om fördelningen förändras så att andelen av en klass av farligt gods med konsekvenser för omgivningen görs på bekostnad av en annan sådan klass kan individrisken på olika avstånd antingen öka eller minska beroende på de olika klassernas möjliga konsekvenser.

Hur samhällsrisken påverkas av att fördelningen av farligt gods förändras är dessutom förknippat med hur befolkningen är fördelad inom området. Om en stor andel av befolkningen vistas på korta avstånd från transportleden kan det förväntas att en ökning av andelen brandfarlig vätska bidrar till en ökad samhällsrisk. Vistas inga människor på korta avstånd från transportleden kommer motsvarande ökning av andelen brandfarlig vätska inte medföra en högre samhällsrisk.

7.1.3 Personbelastning

Personbelastningen i planområdet påverkar samhällsrisken men inte individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i personbelastning och påverkan på samhällsrisknivån. En allmän ökning av personbelastningen ger en allmän ökning av samhällsrisken men det är svårt att ange exakt hur ökningen sker. Klart är dock att en ökning i personbelastning ökar potentialen för större skadeutfall och sannolikheten för att personer omkommer.

Samhällsrisken beror, utöver storleken på personbelastningen, även på var personerna befinner sig i förhållande till riskobjektet, och alltså var personerna placeras geografiskt i beräkningsmodellerna. Även här är det svårt att ange ett enkelt samband, men generellt gäller att ju fler människor som befinner sig nära ett riskobjekt, desto större blir samhällsrisken, både vad gäller potential för fler antal omkomna och frekvensen för olika scenarier där människor omkommer.

7.1.4 Konsekvenser till följd av olycksscenarierna

Individ- och samhällsriskens känslighet för variationer i konsekvenserna till följd av de analyserade olycksscenarierna bedöms som relativt stor. Till exempel leder ett större konsekvensområde för ett scenario till att människor inom ett större område kan omkomma. Detta innebär i sin tur ökade individrisknivåer på berörda avstånd och en ökad samhällsrisk.

Konsekvensavstånd och konsekvenser för scenarierna påverkas av flera parametrar såsom storleken på utsläppshålet och väderparametrar. Ju större hålstorlek, desto större konsekvensområde. Vid olika vindförhållanden (vindriktning och vindhastighet) kan konsekvenserna av ett gasutsläpp skilja sig mycket eftersom gaserna sprids i vindens riktning och späds ut olika mycket beroende på vindhastigheten. Även parametern ytråhet som beskriver topografin i området kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd för spridning av gaser eftersom då den påverkar hur gasen späds ut. Parametrarna utomhustemperatur och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavståndet.

7.2 Osäkerhetsanalys

Osäkerheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- antal transporter av farligt gods
- andel farligt gods och fördelning av farligt gods
- olycksfrekvens
- personbelastning
- konsekvenser för olyckor.

7.2.1 Antal transporter av farligt gods

Antalet transporter av farligt gods som används i beräkningarna påverkas av antaganden och statistik. Antagandet om andelen farligt gods av den tunga trafiken beskrivs i nästa avsnitt. Trafikverkets statistik för årsdygnstrafik för tung trafik för den aktuella sträckan kommer från stickprovsmätningar för tung trafik gjorda under 2023. Eftersom det är stickprov finns osäkerheter kopplat till statistiken. Trafikverket bedömer att denna typ av skattningar har god kvalitet. Sammantaget bedöms osäkerheterna kring antalet transporter uttryckt som årsdygnstrafik på den aktuella transportsträckan som låga.

Hur antalet transporter på den aktuella sträckan kommer förändras över tid är svårt att förutspå och innebär osäkerheter kring resultaten för utvecklingsscenarierna. I beräkningarna används trafikutvecklingstal för att ta hänsyn till en framtida ökning av trafiken. Trafikutvecklingstalen bygger på Trafikverkets prognoser och är anpassade efter var i landet som vägen är belägen och vilken typ av trafik som avses (lastbil eller personbil). Resultaten från riskanalysen gäller alltså utifrån denna prognosticerade utveckling. Däremot tar analysen inte höjd för större ökning än vad prognosen förutspår.

7.2.2 Andel farligt gods och fördelning av farligt gods

Beräkningarna utgår från statistik på mängden tung trafik på väg. Denna statistik kombineras med antaganden om hur stor andel av denna trafik som utgörs av transporter med farligt gods. Antagandena om andelen farligt gods och fördelning av farligt gods baseras på nationell statistik från myndigheten Trafikanalys för perioden mellan 2014 och 2023. Genom att använda ett genomsnitt baserat på flera års statistik minskar osäkerheterna jämfört med att bara använda statistik från ett enskilt år, där just det valda året skulle kunna ligga antingen under eller över genomsnittet. Det är värt att notera att historiska data inte alltid är representativa för framtida scenarier. Dock är det svårt att analysera och utreda hur andelen och fördelningen kommer se ut i framtiden och därför innebär antagandet en osäkerhet.

Att använda nationell statistik för att säga något om en enskild transportsträcka innebär också osäkerheter eftersom riksgenomsnittet kanske inte är representativt för just den sträckan. Till exempel kan risknivån underskattas om det på en viss sträcka transporteras en större andel farligt gods än det nationella genomsnittet. Den nationella statistiken bedöms dock utgöra det bästa tillgängliga underlaget. För att hantera osäkerheten i att använda av nationell statistik för en enskild sträcka utgår beräkningarna från en konservativ andel farligt gods. Detta innebär ett större antal transporter än riksgenomsnittet för varje klass av farligt gods. Därmed tar riskanalysen höjd för att andelen farligt gods på den aktuella transportsträckan kan vara högre än riksgenomsnittet.

7.2.3 Olycksfrekvens

Olycksfrekvensen är central för riskanalyser och baseras ofta på statistik från tidigare inträffade olyckor. Det finns dock osäkerheter kring hur representativ statistiken är för det område som riskanalysen fokuserar på. Jämfört med nationell statistik kan det exempelvis finnas lokala förhållanden som leder till lägre eller högre olycksfrekvens än riksgenomsnittet. En annan viktig fråga är om statistik baserad på redan inträffade händelser är representativ för framtida olyckor. Generellt finns dock anledning att anta att olycksfrekvensen kommer att minska till följd av utveckling av säkrare fordon och teknik. Riskutredningen tar inte hänsyn till en sådan eventuell minskning av frekvensen för olyckor. Om frekvensen skulle minska i framtiden betyder det därmed att riskutredningen överskattar snarare än underskattar risken.

7.2.4 Personbelastning

Personbelastningen inom aktuellt område som används i beräkningarna är baserad på flera antaganden. Vad gäller område B (gård) har det vid bedömningen av personbelastning tagits höjd för osäkerhet. Detta innebär att antal personer som faktiskt har stadigvarande vistelse inom området med största sannolikhet har överskattats. Vad gäller område C & D (detaljhandel) kan det diskuteras över hur representativa värdena är. Enligt detaljplaneförslaget medges detaljhandel, vilket kan innebära en rad olika mängder av personbelastningar beroende av vilken typ av handel som avses. Rimligheten i värdena som används i beräkningarna har stämts av med kommunens representanter.

Utgångspunkten i beräkningarna är att samtliga personer befinner sig i markplan, när de i verkligheten kan förväntas vara utspridda på olika våningsplan. Detta kan tänkas medföra en överskattning av risken, eftersom människor som befinner sig högre upp generellt är mer skyddade från aktuella olycksscenarier. Det bedöms därför inte att vidare utredning behövs med hänsyn till att risken skulle underskattas på grund av antagandet.

7.2.5 Konsekvenser för olyckor

Händelseförlopp och konsekvensavstånd för olyckor med de olika farligt godsklasserna beror på vilket ämne som är involverat i olyckan och kan skilja sig åt även mellan ämnen inom samma klass. För att hantera denna osäkerhet används representativa ämnen som är tillräckligt konservativt valda för respektive ämnesklass för att återspegla de ämnen som faktiskt transporteras.

Konsekvenserna påverkas också av exempelvis hålstorlek på utsläppet, något som är svårt att förutspå. Den möjliga variationen i hålstorlek hanteras genom att scenarier med olika hålstorlek analyseras. Vad gäller väderparametrar hanteras variationen genom att utgå från historiska väderdata från den närmaste väderstationen och att riskanalysens scenarier varierar med avseende på väder.

Konsekvenserna påverkas också av topografi, befintlig bebyggelse och andra omgivningsparametrar. Befintliga träd skärmar i praktiken av detaljplaneområdets direkta exponering mot vägen. De befintliga träden inkluderas dock inte som fysiska hinder i beräkningarna, vilket gör att beräkningarna överskattar risken något. Befintliga hinder påverkar också hur gaser sprids, ju större mängd hinder desto större utspädning. I beräkningarna antas ett litet antal hinder i omgivningen, vilket är konservativt eftersom det i verkligheten finns flera objekt i omgivningen som ökar utspädningen av giftiga och brandfarliga gaser förkortar spridningsavstånden. En sista parameter som har stor inverkan på konsekvensavståndet för gasmolnsexplosion är explosionsstyrkan. Även här används ett konservativt värde i beräkningarna som ger kraftigare explosioner än vad som kan förväntas vid majoriteten av gasmolnsexplosioner. Sammantaget blir konsekvensberäkningarna och därmed också risknivåerna konservativa.

8 Kvantitativ känslighetsanalys

I enlighet med Länsstyrelsen Uppsalas riktlinjer för riskhantering vid transportleder för farligt gods [1] ska det utföras en kvantitativ känslighetsanalys. Detta innebär att olika variabler i beräkningarna varieras för att identifiera hur det påverkar slutresultatet i syfte att undersöka vilka säkerhetsmarginaler som finns.

Variablerna som innehåller viss osäkerhet och därför studeras närmare i denna känslighetsanalys är andel farligt gods samt andel brandfarlig gas/vätska.

8.1 Andel farligt gods

I beräkningarna har det antagits att andelen av farligt gods utgör 3,7% av tung trafik på transportleden. Det nationella genomsnittet mellan 2014-2023 var 2,5%, alltså har höjd redan tagits för att mängden farligt gods längs aktuell sträcka på E18 kan vara något högre än genomsnittet. I avsnitt 7.1.1 framgår att individrisken såväl som samhällsrisken har ett linjärt samband med mängden farligt gods på transportleden. För att ändå ytterligare illustrera hur risknivåerna kan variera med variabeln så genomförs beräkningar där (**Scenario 1**) det nationella genomsnittet på 2,5% används samt (**Scenario 2**) där andelen farligt gods höjs till 5%. Eftersom det inte har identifierats några indikationer på att mängden farligt gods som transporteras på aktuell sträcka skulle vara högre än genomsnittet bedöms scenario 1 vara det mest representativa i denna riskutredning.

8.2 Andel brandfarlig gas/vätska

Den teknologiska utvecklingen leder till att samhället går mer mot gasbaserade bränslen, där tidigare vätskebaserade bränslen dominerat. Gasformiga bränslen som vätgas och biogas har blivit alltmer attraktiva alternativ till traditionella vätskebaserade fossila bränslen. Det är därför inte osannolikt att vi i framtiden kan förvänta oss att andelen brandfarlig gas blir större, samtidigt som andelen av brandfarlig vätska gradvis minskar.

I de ursprungliga beräkningarna användes andelen 7,42% brandfarlig gas. Motsvarande andel för brandfarlig gas var 42,02%. För att ta hänsyn till prognosen i känslighetsanalysen ökas andelen brandfarlig gas till 15,42% och andelen brandfarlig vätska sänks till 34,02%. Att andelarna av brandfarlig gas/vätska höjs, respektive sänks, med just 8 procentenheter är godtyckligt, och är inte baserad på någon specifik prognos. Den godtyckliga korrigeringen görs endast för att undersöka hur en sådan ändring skulle påverka resultatet.

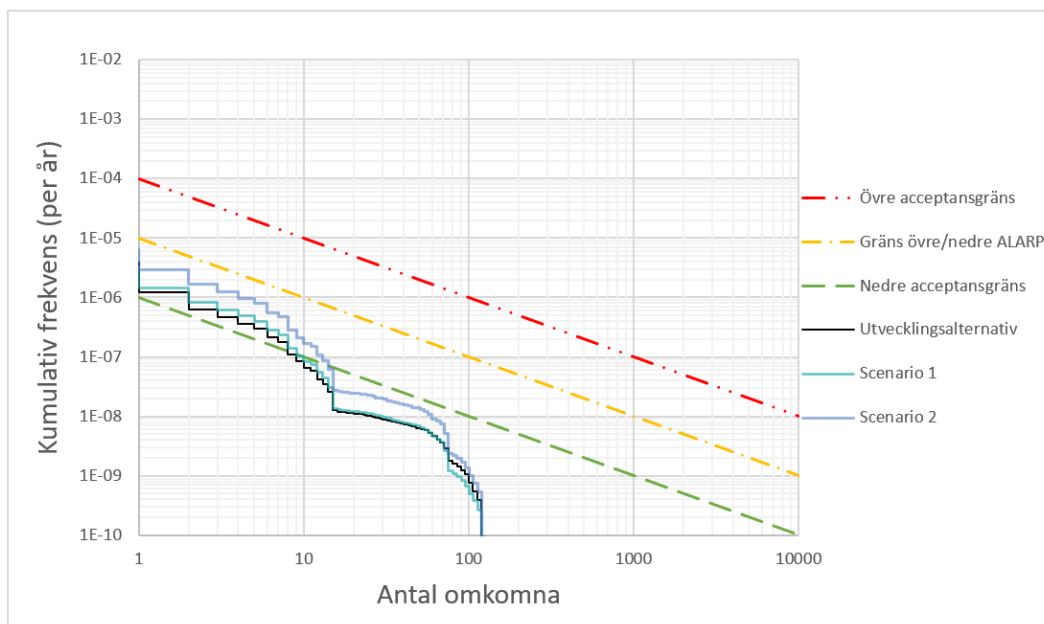
Brandfarlig gas: 7,42% → 15,42%

Brandfarlig vätska: 42,02% → 34,02%

För resterande ADR-klasser används motsvarande andelar som i ursprunglig beräkning. Ändringen av andelen brandfarlig gas/vätska har applicerats för såväl scenario 1 som scenario 2 i känslighetsanalysen som presenteras i Figur 8-1 och Figur 8-2.

8.3 Resultat känslighetsanalys

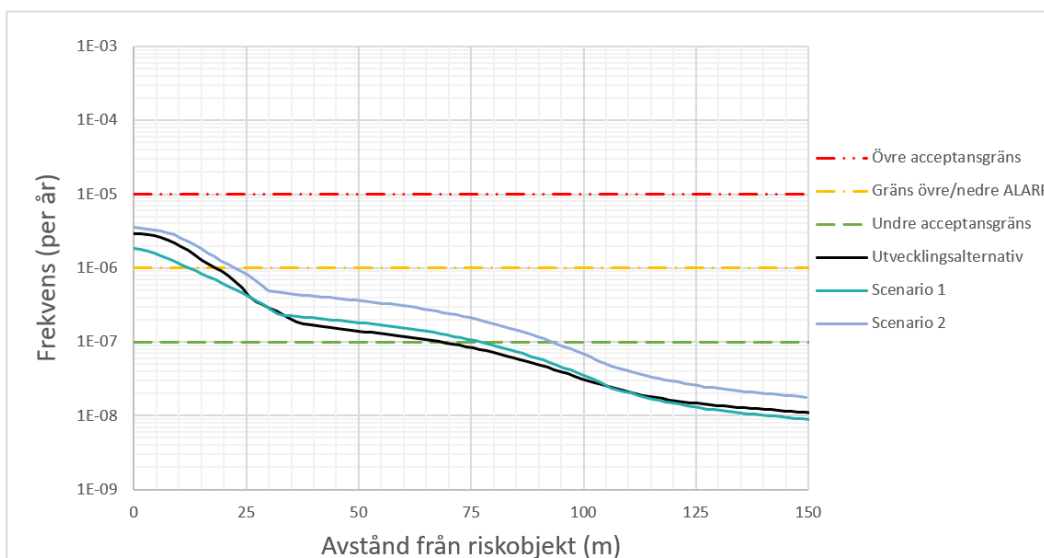
Resultatet av känslighetsanalysen presenteras i form av FN-kurvor samt individrisk på olika avstånd från E18, där det originella utvecklingsalternativet visuellt jämförs mot de två scenarierna som beskrivs ovan. Samhällsrisken för känslighetsanalysen presenteras i Figur 8-1.



Figur 8-1. Samhällsrisk i form av FN-kurvor, känslighetsanalys.

I Figur 8-1 framgår att båda scenarierna i känslighetsanalysen delvis ligger i det undre ALARP-området, samt området för tolerabel samhällsrisk.

I Figur 8-2 samt Tabell 8-1 presenteras individrisken på olika avstånd från E18 för det ursprungliga utvecklingsalternativet samt de två scenarierna i känslighetsanalysen som beskrivs ovan.



Figur 8-2. Individrisk på olika avstånd från E18, känslighetsanalys.

Tabell 8-1. Individrisknivåer på olika avstånd från E18 i jämförelse med DNV:s kriterier [2].

Scenario	Avstånd från E18		
	Övre ALARP	Undre ALARP	Tolerabel
	10^{-6}	10^{-7}	
Utvecklingsalternativ	0 - 19 m	19 - 68 m	> 68 m
Scenario 1	0 - 13 m	13 - 76 m	> 76 m
Scenario 2	0 - 23 m	23 - 93 m	> 93 m

8.4 Diskussion

Av de två scenarierna som studeras i känslighetsanalysen bedöms scenario 1, där andelen farligt gods av tung trafik motsvarar 2,5%, vara det mest representativa. Anledningen till detta är att det inte har identifierats några tecken på att den aktuella variabeln skulle uppgå så högt som till det dubbla jämfört med det nationella genomsnittet.

Gällande omfördelningen av brandfarlig gas/vätska så är det troligt att samhällsutvecklingen leder till en större andel gastransporter, samtidigt som andelen vätsketransporter kommer att gradvis minska. Utöver konstaterandet att det kommer ske en förändring, är det svårt att kvantifiera hur dessa variabler kommer ändras i framtiden. Den ökning/minskning som genomfördes med 8 procentenheter var godtycklig, och huruvida det kan anses vara representativt för transporter år 2040 är svårt att besvara.

Vad som går att avläsa från resultatet är att individrisken på korta avstånd från E18 är mindre för scenario 1 jämfört med utvecklingsalternativet. På längre avstånd är det dock tvärtom. Detta beror på att ökad andel brandfarlig gas ger upphov till större påverkan på längre avstånd i jämförelse med brandfarlig vätska.

Sammantaget så finns det en rad osäkerheter som påverkar resultatet för samhälls- och individrisken. Bedömningen är att ingående osäkerheter tas hänsyn till genom att göra konservativa antaganden i samtliga beräkningsled, vilket ger något överskattade risknivåer och resulterar i en robust riskanalys.

9 Slutsatser och riskreducerande åtgärder

Följande resultat med avseende på individrisk och samhällsrisk har erhållits:

- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för det övre ALARP-området inom 19 meter från vägen.
- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för det undre ALARP-området inom 19-68 meter från vägen och i risknivån för tolerabel risk bortom 68 meter från vägen.
- Samhällsrisk för utvecklingsalternativet ligger delvis inom risknivån för tolerabel risk och delvis inom risknivån för det undre ALARP-området.

I och med att tillkommande bebyggelse delvis ligger inom område med risknivåer inom nedre ALARP-området ska riskreducerande åtgärder övervägas.

9.1 Rekommenderade riskreducerande åtgärder

En tolerabel risk innebär att risken kan accepteras utan krav på riskreducerande åtgärder. I enlighet med rimlighetsprincipen bör dock riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt implementeras även om risken är tolerabel.

En risk inom ALARP-området kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna. I den undre delen av ALARP-området är kraven på riskreduktion inte lika hårda som i den övre delen av ALARP-området.

Att samhällsrisk delvis ligger inom risknivån för det undre ALARP-området innebär att några av de riskreducerande åtgärderna behöver övervägas även för områden där individrisken ligger på en tolerabel risknivå.

Värt att nämna är att vid beräkning av individrisken förutsätts att individen har stadigvarande vistelse oskyddad, utomhus. På planområdet kommer inte detta vara fallet. Personerna på området kommer till mestadels befinna sig skyddade inomhus vilket är gynnsamt ur ett riskperspektiv. Med bakgrund i detta rekommenderas det att området mellan vägen och närmaste raden bebyggelse hålls fri från utformning som ger upphov till stadigvarande vistelse utomhus (exempelvis uteplats, terrass, etc.).

Rekommendationerna som presenteras nedan avser första radens bebyggelse intill transportleden, alltså område C & D i Figur 3-1. I enlighet med rimlighetsprincipen bör de även övervägas för område E & F, givet det inte medför en betydande merkostnad. Rekommendationerna är förenliga med Länsstyrelsen i Uppsalas riktlinjer, som konstaterar att utrymning bort från riskkällan, och friskluftsintag placerade bort från riskkällan i de flesta fall är rimliga åtgärder [1]. Att rekommendera brandtekniskt klassad fasad på grund av dess riskreducerande effekt mot brandfarliga vätskor bedöms inte vara motiverat baserat på resultatet samt avståndet från vägen.

Säker utrymning

Vid en olyckshändelse är det av vikt att det finns utgångar från byggnader som möjliggör för en säker utrymning bort från olyckan. Detta innebär att det i byggnader i anslutning till transportleder för farligt gods bör finnas utgångar som möjliggör utrymning bort från transportleden. Placering av utgångar bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation och bör därför beaktas.

Ventilation

Olyckor med giftiga gaser kan medföra långa konsekvensavstånd, och kan beröra hela planområdet. Ventilationssystem bör därför planeras så att det vid spridning av gas kan förhindras att gasen tränger in i byggnader via ventilationssystem och exponerar människor

som vistas där. Detta kan göras genom att dels placera luftintag på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placera luftintag så att de vetter bort från transportleden. Ett förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna. Strategisk utformning av ventilationssystem bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation och bör därför beaktas.

Utformning

Området mellan vägen och närmaste radens bebyggelse bör hållas fri från utformning som ger upphov till stadigvarande vistelse utomhus. Med detta avses exempelvis uteplatser, terrass etc. Denna rekommendation avser endast första radens bebyggelse mot vägen.

Referenser

- [1] T. Törling, "Riskhantering vid transportleder för farligt gods," Länsstyrelsen Uppsala län, Uppsala, 2023.
- [2] Det Norske Veritas (DNV) , "Värdering av risk," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [3] Swedish Standards Institute (SIS), "SS-ISO 31000:2018 Riskhantering – Vägledning," 2018.
- [4] TNO Riskcurves, RISKCURVES 12.4.
- [5] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book", " 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [6] TNO Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005a.
- [7] TNO Green Book, "Methods for determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials "Green Book", " 1992.
- [8] Enköpings kommun, "Detaljplan för Romberga 23:31, m.fl.," Enköpings kommun, Enköping, 2024.
- [9] Trafikanalys, *Lastbilstrafik 2014-2023*, 2024.
- [10] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [11] MSB, "RIB: Oxiderande vätska, frätande, n.o.s.," [Online]. Available: <https://rib.msb.se/fa/Substance/Index?id=2207>.
- [12] MSB, "RIB: Organisk peroxid typ D, fast," [Online].
- [13] DSV, "Klass 7 Radioaktivt material," [Online]. Available: <https://www.dsv.com/sv-se/vara-losningar/transport satt/mervardestjanster/transport-av-farligt-gods/9-klasser-med-farligt-gods/-klass-7-radioaktiva-amnen>.
- [14] DSV, "Klass 8 Frätande ämnen," [Online]. Available: <https://www.dsv.com/sv-se/vara-losningar/transport satt/mervardestjanster/transport-av-farligt-gods/9-klasser-med-farligt-gods/klass-8-fratande-amnen>.
- [15] DSV, "Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål," [Online]. Available: <https://www.dsv.com/sv-se/vara-losningar/transport satt/mervardestjanster/transport-av-farligt-gods/9-klasser-med-farligt-gods/klass-9-ovriga-amnen-och-artiklar>.
- [16] Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, "Stormskador i framtiden," 26 04 2024. [Online]. Available: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimateffekter/stormskador-i-framtiden-1.7080>. [Använd 12 07 2024].

- [17] Länsstyrelsen i Skåne län, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, 2007.
- [18] Trafikverket, "Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>.
- [19] Trafikverket, "Trafikutvecklingstal väg (TRV 2021/7267)," 2024.
- [20] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," 1996.