



Kund: Kilenkrysset Bygg AB

Projekt: Riskutredning för detaljplan Segersta 1:70 m.fl. Ekolskrog, Håbo kommun

Projektnummer: 783691

Riskutredning

Handläggare
Oscar Lindén
Telefon
010-505 84 94
Mobil
073-074 87 74
E-post
Oscar.linden@afry.com

Datum
06/11/2020
Projekt ID
783691

Kund
Kilenkrysset Bygg AB

Riskutredning för detaljplan Segersta 1:70 m.fl. Ekolskrog, Håbo kommun

Uppdragsledare: Niclas Grahn
Handläggare: Oscar Lindén
Intern kvalitetsgranskning: Sohrab Nassiri



Innehållsförteckning

1	Inledning.....	6
1.1	Bakgrund och syfte	6
1.2	Avgränsningar	6
2	Metod	6
2.1	Programvara	7
2.2	Styrande lagstiftning och riktlinjer	7
2.2.1	Riktlinjer för drivmedelsstationer	9
2.3	Kvantitativa riskmått	11
2.3.1	Individrisk	11
2.3.2	Samhällsrisk	12
2.4	Risikvärdering	12
3	Skyddsvärda objekt	15
4	Beskrivning av planområde	15
4.1	Persontäthet	17
4.1.1	Nollalternativ	18
4.1.2	Utvecklingsalternativ	20
4.1.3	Känslighetsanalys.....	22
5	Riskobjekt	23
5.1	Preems drivmedelsstation	23
5.2	Jättorpsvägen.....	24
5.3	Väg E18	24
5.3.1	Trafikuppgifter	25
5.3.2	Fördelning av farligt gods och transporterade mängder	25
5.3.3	Olycksscenario	27
5.4	Sammanfattning olycksscenario farligt gods	31
6	Risikanalys	32
6.1	Individrisk	32
6.1.1	E18	32
6.1.2	Jättorpsvägen	32
6.1.3	Preems drivmedelsstation	32
6.1.4	Samlad riskbild, individrisk	33
6.2	Samhällsrisk inklusive drivmedelsstationen	34
6.3	Samhällsrisk exklusive drivmedelsstationen	34
7	Osäkerhet- och känslighetsanalys	35
7.1	Känslighetsanalys	36
7.2	Osäkerhetsanalys.....	37



Riskutredning

8	Riskvärdering och riskreducerande åtgärder	38
8.1	Riskreducerande åtgärder	39
9	Slutsatser.....	40
10	Referenser.....	41
	Beräkningsbilaga	



AFRY

ÅF PÖRY

Riskutredning

Dokumenthistorik

Ver.	Status	Datum
A	Granskningshandling	2020-06-25
B	Samrådshandling	2020-11-06



Riskutredning

Sammanfattning

I Håbo kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Segersta 1:70 m.fl som ägs av Kilenkryssset Bygg AB. Idag utgörs markanvändningen inom fastigheten av skogs- och naturmark. Vid fastställelse kommer den östra delen av planområdet medge etablering av verksamheter för logistik, verkstäder och kontor. Denna del ligger mellan väg E18:s östergående och västergående körbanor och öster om Jättorpsvägen där även Preems bemannade drivmedelsstation återfinns. Eftersom det minsta avståndet understiger 150 meter till de tre riskobjekten ska personrisker kopplade till transport av farligt gods undersökas. I analysen inkluderas även skadefall till följd av hanteringen av brandfarlig vätska på drivmedelstationen.

Beräkningar visar att en icke acceptabel risk erhålls på avstånd kortare än 25 meter från E18 och lossningsplatsen på Preem. Längs Jättorpsvägen erhöles inte denna risknivå.

Avstånd till högre ALARP-nivån från E18 och lossningsplatsen på Preem är ca 40 meter. Inte heller denna risknivå erhöles längs Jättorpsvägen. Vidare visar beräkningarna också att helt acceptabel individrisk erhöles på 50 meter från E18s båda färdriktningar, ca 25 meter från Jättorpsvägen och 60 meter från Preems drivmedelsstation.

Det kan konstateras att samhällsrisknivån inklusive drivmedelsstationen ligger delvis inom högre ALARP-området för samtliga tre beräkningsscenarioer. Eftersom utsläpp på drivmedelsstationen endast påverkar befintlig exploatering och därmed ger ett missvisande bidrag för aktuellt planområde beräknades även samhällsrisknivån exklusive drivmedelsstationen. Samhällsrisknivån för de tre beräkningsscenarioerna skiljer sig då mer åt. Nollalternativet är helt inom det acceptabla området medan utvecklingsalternativet och känslighetsanalysen båda hamnar inom lägre ALARP-området. Detta tyder på att även om osäkerheterna är relativt stora vad gäller personbelastning förväntas de inte medföra några oacceptabla samhällsrisknivåer för området. Samtidigt ska det poängteras att nyetablering medför högre risknivåer och att säkerhetshöjande åtgärder är befogat.

På korta avstånd, upp till ca 30-40 meter från de tre vägarna utgör värmestrålning från brandfarlig vätska det största riskbidraget, varför åtgärder mot detta riskbidrag bör prioriteras inom dessa avstånd. För planområdet som helhet erhöles däremot att utsläpp av brandfarlig gas utgör en stor andel av riskbidraget.

Sammantaget bedöms planområdets markanvändning som lämplig om säkerhetshöjande åtgärder och planbestämmelser enligt avsnitt 8.1 vidtas.



Riskutredning

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I Håbo kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Segersta 1:70 m.fl. som ägs av Kilenkryssat Bygg AB. Idag utgörs markanvändningen inom fastigheten av skogs- och naturmark men kommer vid fastställelse medge etablering av verksamheter för logistik, verkstäder och kontor. Detaljplaneområdet är delat i två avgränsade områden som båda ligger mellan väg E18:s östergående och västergående körbanor. Den största delen av planområdet ligger öster om Jättorpsvägen medan den andra delen av planområdet återfinns nordväst om Preems bemannade drivmedelsstation.

Eftersom det minsta avståndet understiger 150 meter till de tre riskobjekten ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. I analysen inkluderas även skadefall till följd av hanteringen av brandfarlig vätska på drivmedelstationen. Syftet med denna riskutredning är därför att undersöka risker kopplat till farligt gods inom planområdet, och om det bedöms krävas föreslå åtgärder för att reducera riskerna.

1.2 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar planärendet för fastigheterna Segersta 1:70 m.fl.

Riskutredningen undersöker olyckor som har påverkan på människor så att de förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej. Med olyckor menas i denna rapport händelser som resulterar i en konsekvens där människors hälsa kan påverkas negativt, men där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där istället avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning. Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området (om inte dessa i sin tur kan innebära en personrisk).

2 Metod

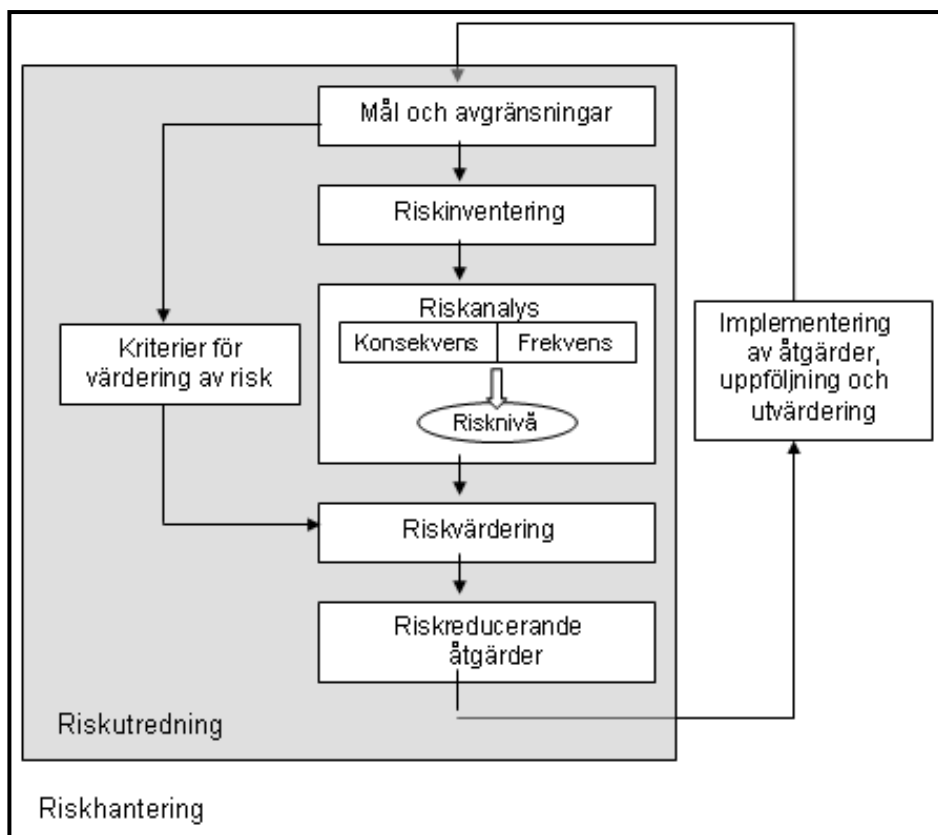
Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de **mål och avgränsningar** som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

Därefter tar **riskinventeringen** vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. Aktuella olycksscenarioer presenteras i en så kallad olyckskatalog.

I **riskanalysen** analyseras sedan de identifierade olycksscenarioerna avseende deras konsekvenser och sannolikhet. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen.

I **riskvärderingen** jämförs resultatet från riskanalysen med principer för värdering av risk för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Utifrån resultatet av riskvärderingen undersöks behovet av **riskreducerande åtgärder**.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala riskhanteringsprocessen där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande. Processen åskådliggörs i Figur 2-1 nedan.



Figur 2-1. Riskhanteringsprocessen.

2.1 Programvara

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018). Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Konsekvensberäkningar i Riskcurves använder vetenskapliga spridnings- och effektmodeller enligt 'Yellow Book' (TNO, 2005a) samt vägledande riktlinjer för kvantitativ riskanalys från 'Purple book' (TNO, 2005b).

2.2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Det finns lagstiftning på nationell nivå som föreskriver att riskanalys ska genomföras, Plan- och bygglagen (2010:900) och Miljöbalken (1998:808). I Plan- och bygglagen framgår det att bebyggelse och byggnadsverk skall utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. I Miljöbalken anges att när val av plats sker för en verksamhet ska det göras med hänsyn till olägenheter för människors hälsa och miljön.

Det anges i lagtext inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har därför riktlinjer, kriterier och rekommendationer givits ut av länsstyrelser och myndigheter gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. Riktlinjer beskriver skyddsavstånd för olika markanvändning som kan användas vid planering.

Riskutredning

Då riktlinjer avseende farligt gods saknas för Länsstyrelsen Uppsala, används i denna utredning istället Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* (Länsstyrelsen Stockholm, 2016)

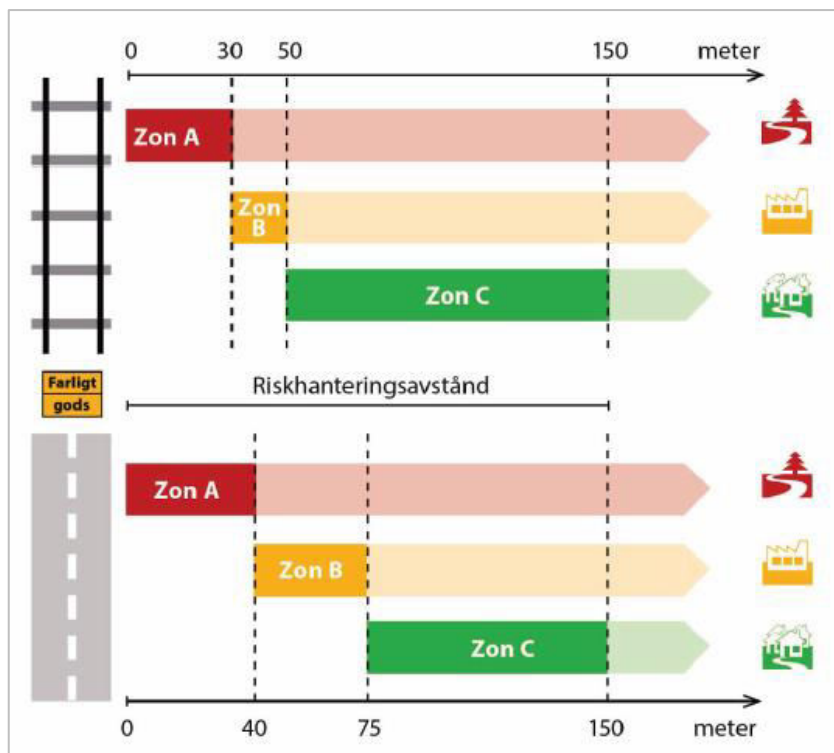
Länsstyrelsen i Stockholms län anser i dokumentet att risker förknippade med transport av farligt gods ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en led för farligt gods. Närmare detaljeringsgrad eller på det sätt som riskerna ska beaktas anges inte utan beror på planförslagets riskbild.

Figur 2-2 visar en rekommenderad indelning av tre olika zoner och deras skyddsavstånd invid en farligt gods-led gällande både väg- och järnväg. Zonerna har i länsstyrelsens riktlinjer specificerats med fasta avståndsgränser.

Tabell 2-1 redogör för olika typer av markanvändning för de tre zonerna där zon A är närmast och zon C är längst ifrån farligt gods-leden i det aktuella plan-/programområdet. Den genomgående tanken är att verksamheter och markanvändning som är förknippad med en stor persontäthet skall befinna sig så långt bort från farligt gods-leden som rimligen kan vara möjligt för att minska individ- och samhällsriskerna för tredje person. Generellt kan dock sägas att ju kortare skyddsavstånd desto större krav på utförlig riskutredning. Mellan 50-150 meter behövs det vanligtvis inte tas fram någon fullständig riskutredning, men risker och förutsättningar ska beskrivas på sådant sätt att Länsstyrelsen anser att riskerna beaktats.

Det svenska vägnätet för transport av farligt gods består av två delsystem; dels det primära vägnätet där de största mängderna och de flesta typerna av farligt gods transporteras och som används för genomfartstrafik, och dels det sekundära vägnätet som är tänkt som ett lokalt vägnät som inte bör användas för genomfartstrafik. Skyddsavstånden som visas i Figur 2-2 gäller för både primära och sekundära transportleder i vägnätet.

Länsstyrelsen i Stockholms län menar vidare att det för bebyggelse intill alla primära och de flesta sekundära rekommenderade transportleder för farligt gods på väg bör finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter mellan väg och studerat markområde, men att detta avstånd under vissa omständigheter kan vara mindre. Länsstyrelsen anger att det är osannolikt att de tillåter bebyggelsefria avstånd på mindre än 10-15 meter avseende sekundära transportleder.



Figur 2-2: Zonindelning för skyddsavstånd (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

Tabell 2-1: Rekommenderad markanvändning för zonerna A, B och C (Länsstyrelsen Stockholm, 2016).

Zon A	Zon B	Zon C
G - drivmedelsförsörjning (obemannad)	E - tekniska anläggningar	B - bostäder
L - odling och djurhållning	G - drivmedelsförsörjning (bemannad)	C - centrum
P - parkering (ytparkering)	J - industri	D - vård
T - trafik	K - kontor	H - detaljhandel
	N - friluftsliv och camping	O - tillfällig vistelse
	P - parkering (övrig parkering)	R - besöksanläggningar
	Z - verksamheter	S - skola

2.2.1 Riktlinjer för drivmedelsstationer

En drivmedelstation finns i närheten av det studerade planområdet, vilket innebär ett riskbidrag. Nedan beskrivs de nationella riktlinjer som finns avseende hanteringen av drivmedelstationer inom planprocessen.

2.2.1.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

I denna riskutredning kommer rapporten *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* att användas avseende markanvändningens lämplighet för drivmedelstationen. [6] Rapporten är författad av Länsstyrelsen i Stockholms län år 2000, men den bedöms vara tillämplig även i detta fall. Detta eftersom någon annan typ av liknande eller nyare riktlinjer för tillfället saknas.

I rapporten anges att om bebyggelse eller verksamheter planeras inom 100 meter från en farligt godsled (järnväg och/eller väg) och/eller från en drivmedelstation ska en

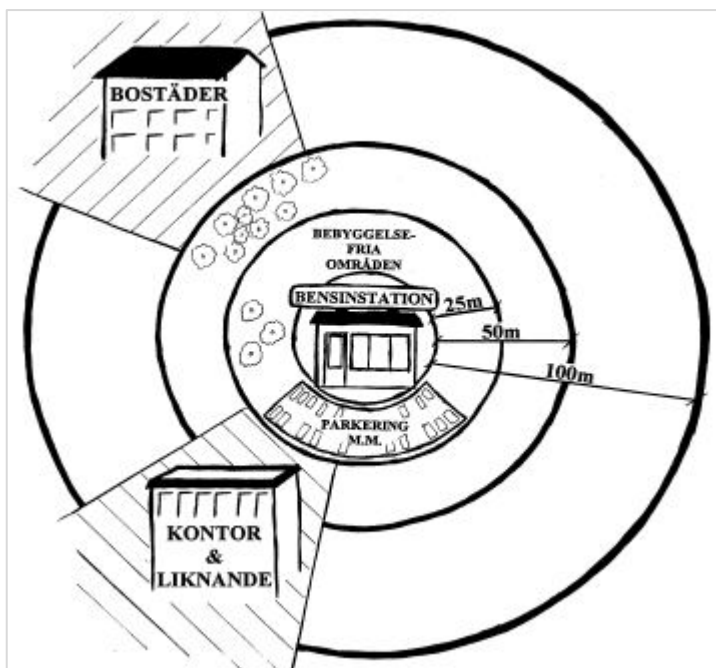


riskutredning tas fram. Under speciella omständigheter som kan innebära en förhöjd riskbild från farligt godsleden eller drivmedelstationen kan även längre avstånd än 100 meter komma att beaktas.

I rapporten finns också ett antal rekommendationer/riktlinjer avseende skyddsavstånd, vilka återges ordagrant nedan [6]:

- Inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym ska alltid risksituationen och olägenheterna för människor och miljö analyseras och bedömas.
- I nyplaneringsfallet (ny bebyggelse eller ny bensinstation) bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från bensinstationen till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus. Detta avser en bensinstation med medelstor försäljningsvolym av fordonsbränsle.
- Ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt bör ett minimiavstånd på 50 meter alltid hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (t.ex. uteservering, lekplats m.m.).
- Personintensiva verksamheter bör inte lokaliseras närmare än 50 meter från en bensinstation om de ska inrymma människor som kan ha svårt att snabbt genomföra en utrymning men också med hänsyn till luftföroreningarnas långsiktiga påverkan på människor.
- Om försäljning av biogas sker eller kan komma att ske i framtiden krävs oftast ett längre skyddsavstånd än för bensin. Vid ny bebyggelse som rymmer svårutrymbara lokaler ska ett avstånd på minst 100 meter hållas.
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
 1. Tankfordonets lossningsplats.
 2. Avluftsanordningar från bensincistern.
 3. Tankställe där fordon tankas (pump).

I Figur 2-3 sammanfattas minimiavstånden i för bebyggelse i närheten av drivmedelstationer.



Figur 2-3. Minimiavstånd kring drivmedelstationer [6]

I rapporten klargörs även en rad avstegsfall från de ovannämnda rekommendationerna. Sammanfattningsvis konstateras att bedömningen görs från fall till fall och normalt endast om frågan handlar om en hög exploateringsgrad då inga andra alternativa lösningar kan åstadkommas. Vidare att varje avsteg mot rekommendationerna ovan alltid måste motiveras.

2.3 Kvantitativa riskmått

Inom samhällsplanering kan kvantitativ riskanalys användas om riktlinjer liknande de som beskrivs ovan inte finns eller om sådana riktlinjer på något sätt frångås. En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmått är individrisk och samhällsrisk. Riskmått skiljer sig på så sätt att individriskkriterier syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker. Samhällsrisk å andra sidan syftar till att säkerställa att ett område (allt ifrån ett bostadsområde till samhället i stort) som en helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

2.3.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ som kontinuerligt befinner sig på en plats ska omkomma på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus (Räddningsverket, 1997). Individrisken är rättighetsbaserad och tar ingen hänsyn till hur många individer som kan påverkas av skadehändelsen. Med rättighetsbaserad menas att alla individer har den personliga rättigheten att inte behöva utsättas för orimlig risk att omkomma.

Individrisken beräknas enligt:



$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^n IR_{x,y,i} \quad \text{formel 1a, 1b}$$

$$IR_{x,y,i} = f_i * p_{f,i}$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i . $p_{f,i}$ är sannolikheten för studerad konsekvens. Den antas, enligt ovan, till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

2.3.2 Samhällsrisk

För samhällsrisk beaktas, förutom frekvenserna, även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet individer som omkommer vid olika skadescenarier. Då beaktas personbelastningen inom det aktuella området, i form av persontäthet. Till skillnad från vid beräkning av individrisk tas även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året. Samhällsrisken är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

Samhällsrisken beräknas enligt formel 2 nedan.

$$N_i = \sum_{x,y} P_{x,y} * p_{f,i} \quad \text{formel 2}$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen i . $P_{x,y}$ är antalet individer i punkten x, y och $p_{f,i}$ definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisken redovisas normalt i F/N-kurvor.

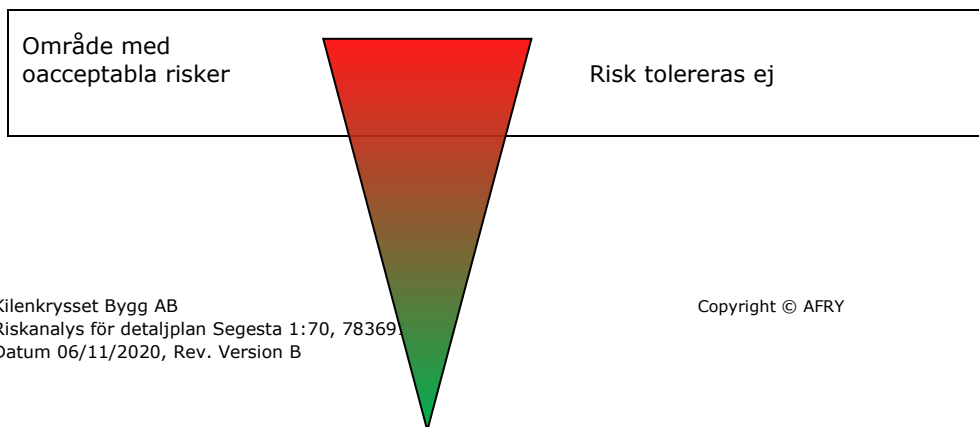
$$F_N = \sum_i F_i \quad \text{för alla sluthändelser } i \text{ för vilka } N_i \geq N \quad \text{formel 3}$$

F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor.

F_i är frekvensen för sluthändelse i . N_i definieras enligt ovan.

2.4 Riskvärdering

För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Det Norske Veritas (DNV) tog, på uppdrag av Räddningsverket, fram förslag på riskkriterier (Räddningsverket, 1997) gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som frekvensen med vilken en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 2-4.





<p>Område där risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna</p>	<p>Risk tolereras endast om riskreduktion ej praktiskt genomförbar eller om kostnader är helt oproportionerliga</p> <p>Risk kan vara tolerabel om kostnader för riskreduktion överstiger nyttan</p>
<p>Område där risker kan anses små</p>	<p>Nödvändigt visa att risker bibehålls på denna låga nivå</p>

Figur 2-4. Princip för värdering av risk. Fritt från Räddningsverket (1997).

Följande förslag till tolkning föreslås:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas där den riskreducerande effekten verifieras.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-/nyttanalyser (CBA).
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Det är dock viktigt att visa att riskerna kommer fortsätta att vara acceptabla, att riskhanteringen framöver fortlöper och att åtgärder som kan införas utan kostnad också införs.

Dessa förslag till kriterier för värdering av risk för industrier och transportleder har med tiden blivit vedertagna vid riskutredningar i Sverige. De liknar de kriterier som finns i flera andra länder i Europa. Kriterierna utformas som ett intervall med en övre gräns över vilken risker ej accepteras och en undre gräns under vilken risker är acceptabla. Mellan dessa gränser finns ett intervall som benämns ALARP enligt ovan. Gränserna ska dock inte uppfattas som ett svar på vad samhället faktiskt accepterar utan endast ett exempel på en metod att kvantifiera kriterierna.

För individrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):

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

Kriterierna för individrisk avser en hypotetisk oskyddad person utomhus.

För samhällsrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):



Riskutredning

- 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 anses vara små: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N-kurva: -1

I motsats till individrisk beräknas samhällsrisker med avseende på de i undersökt område som faktiskt utsätts för risken. För transportleder föreslås kriterierna av Räddningsverket (Räddningsverket, 1997) gälla för en sträcka av 1 km.

Även följande fyra vägledande principer är allmänna utgångspunkter för värdering av risk:

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 risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.



3 Skyddsvärda objekt

Denna riskutredning fokuserar på olycksrisker för människors hälsa och säkerhet. Skyddsvärda objekt är personer som vistas inom planerad markanvändning, dvs. i de planerade fastigheterna, både i och utanför byggnader.

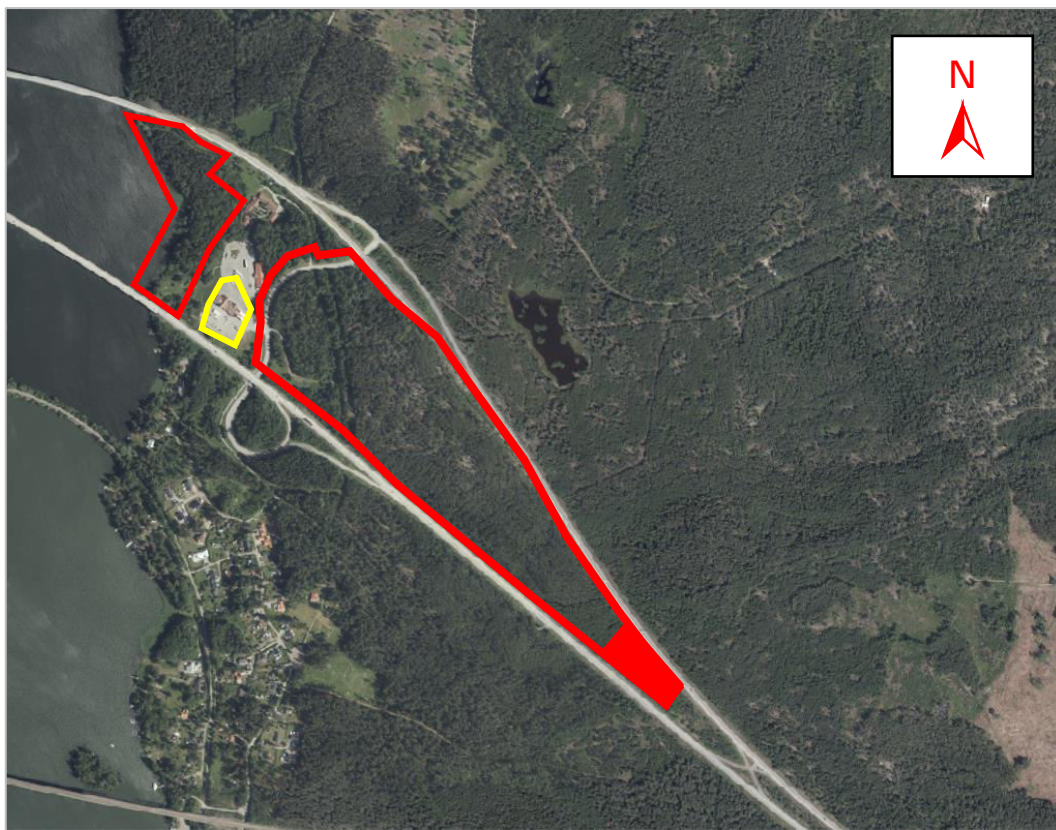
4 Beskrivning av planområde

Fastigheterna Segersta 1:70 m.fl. ligger norr om Krägga vid Ekolsund emellan E18s båda vägrenar och inpå trafikplats Krägga. Detaljplaneområdet, se Figur 4-1, är uppdelat i två avgränsade delar. Den nordvästra delen ägs av Preem och utgörs idag av skogsmark och kommer i framtiden medges för park och grönområden utan någon förväntad stadigvarande personbelastning.

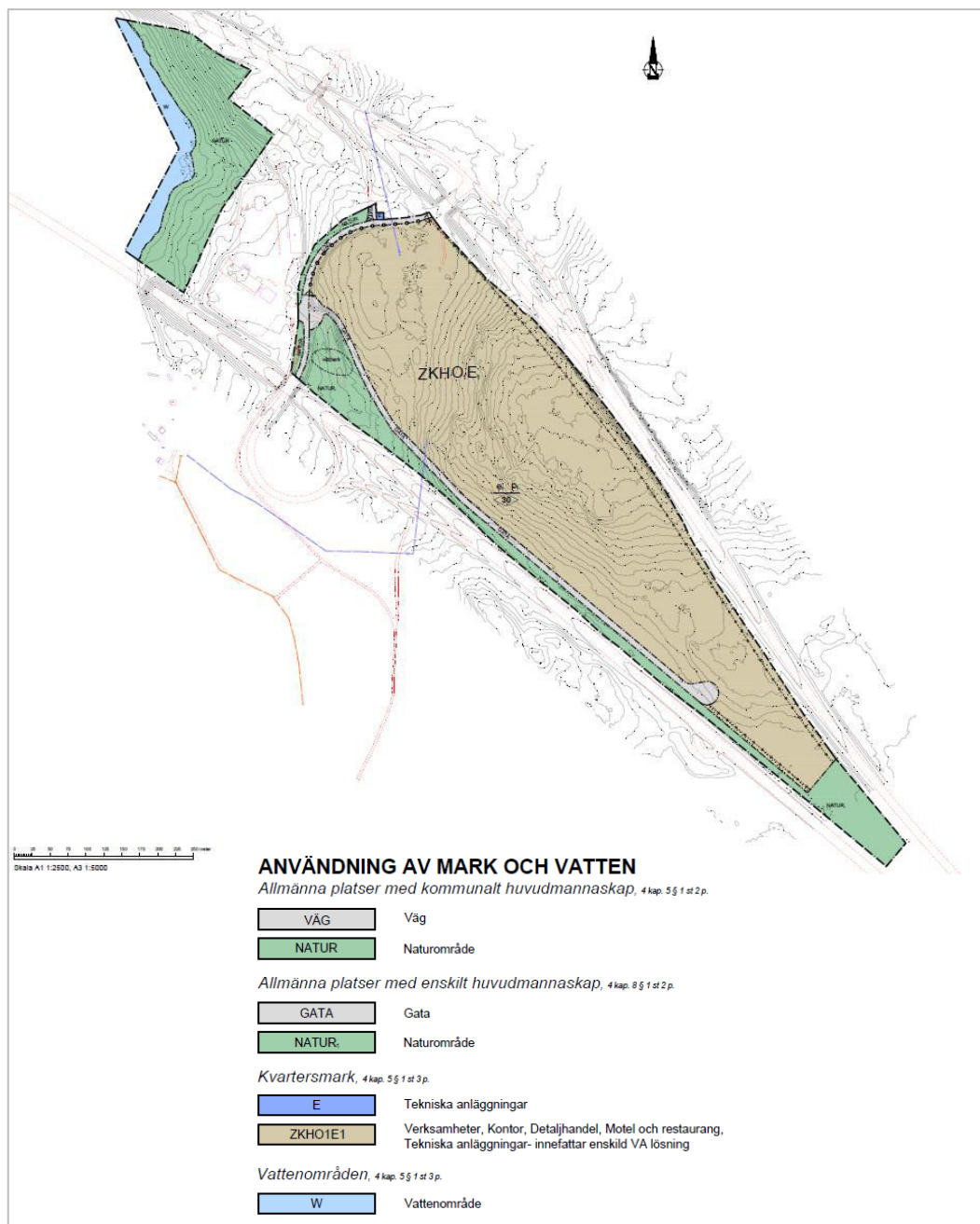
Den sydöstra delen är 21 hektar stor och ägs av Preem men är avtalad till Kilenkrysset. Markanvändningen utgörs idag av skogs- och naturmark. Vid fastställelse kommer detaljplanen medge etablering av ett verksamhetsområde innehållandes lager, logistik, handel med skrymmande varor samt kontor och tekniska anläggningar. Marken allra längst i sydost utgörs av en sumpmark som inte kommer att bebyggas.

Mellan de två delområdena löper Jättorpsvägen där Preems bemannade drivmedelsstation återfinns. Där återfinns också Bålsta Auktionshall och en kursgård bestående av 13 lägenheter. Planområdets avgränsningar syns i Figur 4-1 och Figur 4-2.

För att beräkna samhällsriskmåttet behöver personbelastningen i området uppskattas, vilket görs i nästkommande avsnitt.



Figur 4-1 Ortofotograf med planområdets avgränsningar, vilka syns i rött. I gult syns området för Preems drivmedelsstation. Det rödfyllda området beläget längst söderut inom planområdet utgör mark som inte kommer att bebyggas på grund av markens benägenheter. © 2018 Håbo kommun & Lantmäteriet



Figur 4-2. Föreslagen plankarta för tilltänkt markanvändning

4.1 Persontäthet

För att kunna beräkna samhällsrisknivån används områdets persontäthet. I riskutredningar av detta slag är det vanligt jämföra ett definierat nollalternativ med ett alternativ där detaljplanen är vidtagen och byggnation genomförd enligt områdets planerade markanvändning. Frekvensberäkningarna räknas längs en 1 km lång sträcka varför även kringliggande bebyggelse i nära anslutning till riskobjekten måste inkluderas.

Riskutredning

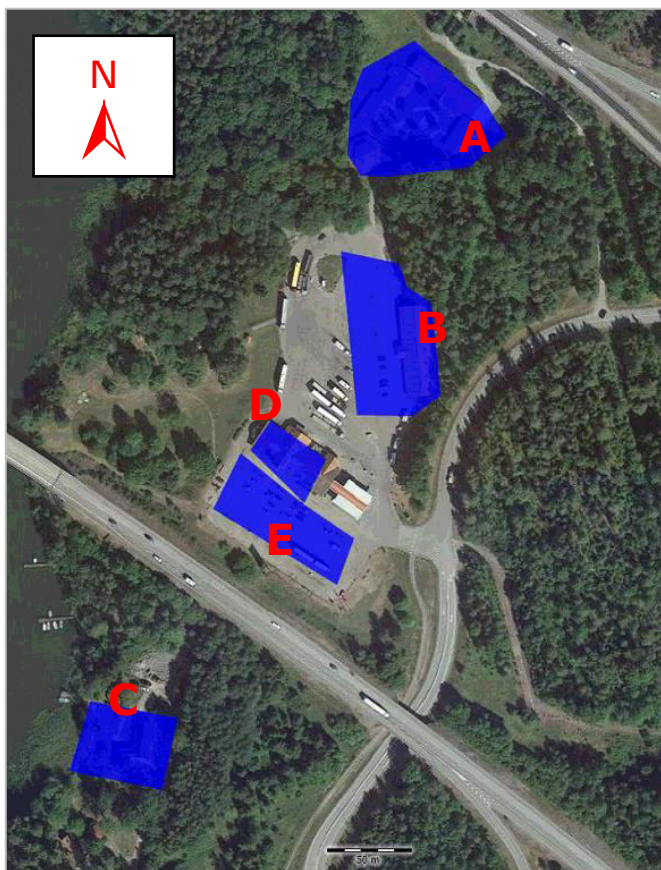
4.1.1 Nollalternativ

I detta fall består nollalternativet av kursgården Jättorpsvägen 7, Bålsta Auktionshall och ett bostadshus sydväst om väg E18s östergående körbana. I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner, vilka redovisas i Figur 4-3 och Tabell 4-1.

Kursgården består av 13 lägenheter i varierande storlek, vilka hyrs ut för butiks-, bostads-, kontorsändamål under delar av året. I genomsnitt över året hyrs bostäderna ut till 20 personer. Personerna är ofta gästarbetare som går i skift, varför ungefär hälften kan förväntas uppehålla sig i området på dagtid sovande och hälften nattid sovande.

Auktionshallen genomför online-auktioner men har en visningshall som har öppet fyra timmar under dagtid, tre dagar i veckan. Detta motsvarar 12 timmar per vecka, vilket medför $12 / (7 \cdot 12) = 14 \%$ av total dagtid. Under denna tid förekommer ungefär 30 personer i lokalen. Under övriga kontorstider förekommer endast de anställda, vilket är ca 10 personer (Bålsta Auktionshall, 2020). Denna tid uppskattas till $(9 \cdot 12) / (7 \cdot 12) = 54 \%$ av total dagtid. Inga personer förväntas vistas här nattid.

Antagande görs att 3 personer bor i bostadshuset söder om E18 enligt statistik från SCB (Statistiska Centralbyrån, 2020) och att 67 % av de boende befinner sig inom området dagtid och 100 % nattid.



Figur 4-3. Definition av befolkningspolygoner för nollalternativet, se tabell nedan för inputdata. © 2018 Håbo kommun & Lantmäteriet



Tabell 4-1: Indata för personbelastning för respektive befolkningspolygon för nollalternativet.

Befolkningspolygon	Beskrivning	Personbelastning (dag/natt)	Nyttjandegrad	Fraktion inomhus (dag/natt)
A	Kursgård	10/10	Kontinuerligt	0,99/0,99
B	Bålsta Auktionshall (kontorstider)	10/0	54 % av dagtid, 0 % av natttid	0,93/ -
B	Bålsta Auktionshall (visningar)	30/0	14 % av dagtid, 0 % av nattid	0,93/ -
C	Bostadshus	2/3	Kontinuerligt	0,93/0,99
D	Preem inomhus	10/5	Kontinuerligt	1/1
E	Preem utomhus	5/3	Kontinuerligt	0/0



4.1.2 Utvecklingsalternativ

I utvecklingsalternativet tillkommer personbelastning för den nya detaljplanen till den befintliga (nollalternativet). I planområdets västra del kommer planen att medge park och naturområden, vilket förväntas bidra med en försumbar personbelastning. I planområdets östra del av det tvådelade planområdet planeras anläggningar för logistik, handel med skrymmande varor och kontor. Fördelningen mellan dessa har i befintligt skede uppskattats till 80/15/5 respektive.

Representativa persontätheter för nämnd markanvändning syns i Tabell 4-2.

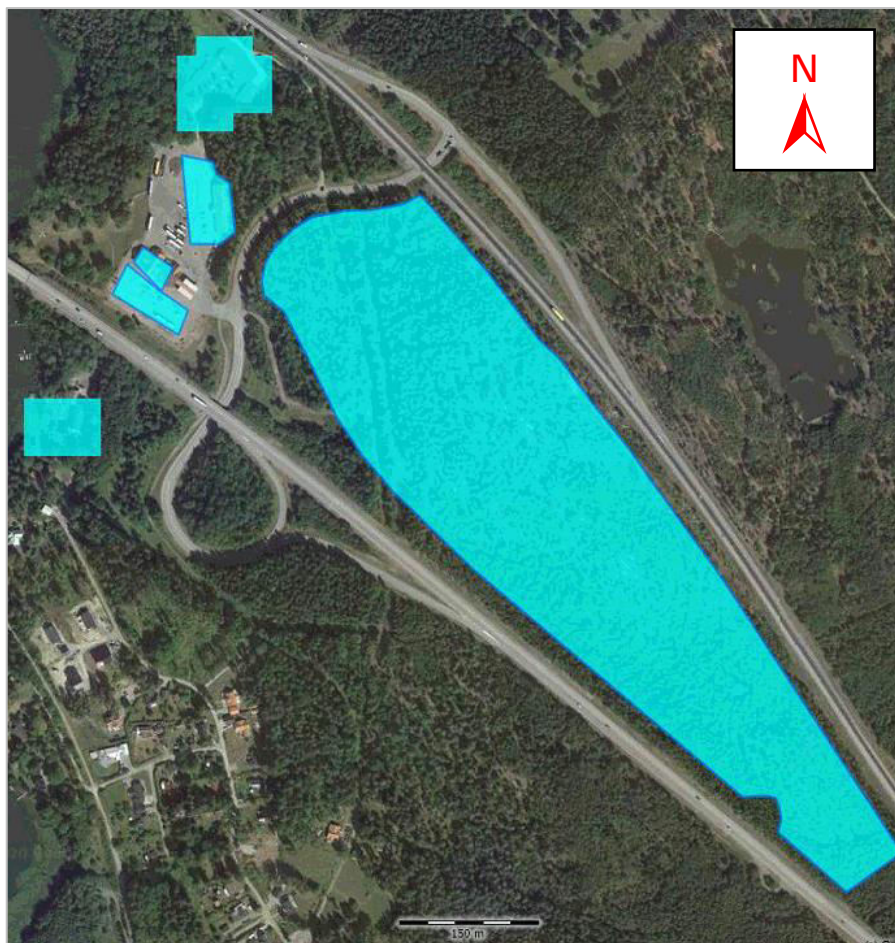
Planområdets östra del är ca 21 hektar stort och maximala byggnadsarealen för planområdet 60 %. Dock förväntas inte mer än 50 % av arealen nyttjas för bebyggelse, vilket inkluderas i beräkningarna.

Eftersom ingen information erhållits om tilltänkt placering av de olika verksamheterna görs ett konservativt antagande att personer fördelas jämnt över planområdets yta.

Tabell 4-2: Persontäthet för respektive tillkommande verksamheter i utvecklingsalternativet.

Markanvändning	Persontäthet dagtid:nattid [per kvm]	Källa
Lager och logistik	1,4E-3:8,2E-4	(Vänersborgs kommun, 2017)
Handel med skrymmande varor	1,4E-2:2,8E-3	(Vänersborgs kommun, 2017)
Kontor	4,0E-2:0	(Länsstyrelsen i Hallands län, 2011)

I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner, vilka redovisas i Figur 4-4 och Tabell 4-3.



Figur 4-4. Definition av befolkningspolygoner för utvecklingsalternativet. Utöver nollalternativets polygoner tillkommer planområdets polygon. © 2018 Håbo kommun & Lantmäteriet

Tabell 4-3: Indata för tillkommande personbelastning för respektive befolkningspolygon för utvecklingsalternativet. Samtliga antas fördelas jämt över östra planområdets yta.

Befolkningspolygon	Personbelastning (dag/natt)	Nyttjandegrad	Fraktion inomhus (dag/natt)
Lager och logistik	115/69	54 % dag och natt	0,93/0,99
Handel	221/44	67 % av dagtid och 33 % av nattid	0,93/0,99
Kontor	210/0	54 %	0,93/-



4.1.3 Känslighetsanalys

Då markallokeringen för de olika verksamheterna i aktuellt skede inte är bestämd görs en känslighetsanalys för att bedöma resultatets känslighet för variationer i parametern.

I en kvantitativ känslighetsanalys antas att verksamheternas fördelning (Lager/Handel/Kontor) är 50/45/5, vilket ger en väsentlig höjning av persontätheten inom planområdet. I tabell nedan redovisas vilken personbelastning som erhålls i detta scenario.

Tabell 4-4 Modifiering av indata för personbelastning för respektive befolkningspolygon för känslighetsanalys. Samtliga antas fördelas jämt över östra planområdets yta.

Befolknings-polygon	Person-belastning (dag/natt)	Nyttjandegrad	Fraktion inomhus (dag/natt)
Lager och logistik	72/43	54 % dag och natt	0,93/0,99
Handel	662/132	67 % av dagtid och 33 % av nattid	0,93/0,99
Kontor	210/0	54 %	0,93/-



5 Riskobjekt

I detta kapitel görs en inventering över de riskobjekt och riskkällor som kan orsaka olyckor med konsekvenser som kan påverka planområdet.

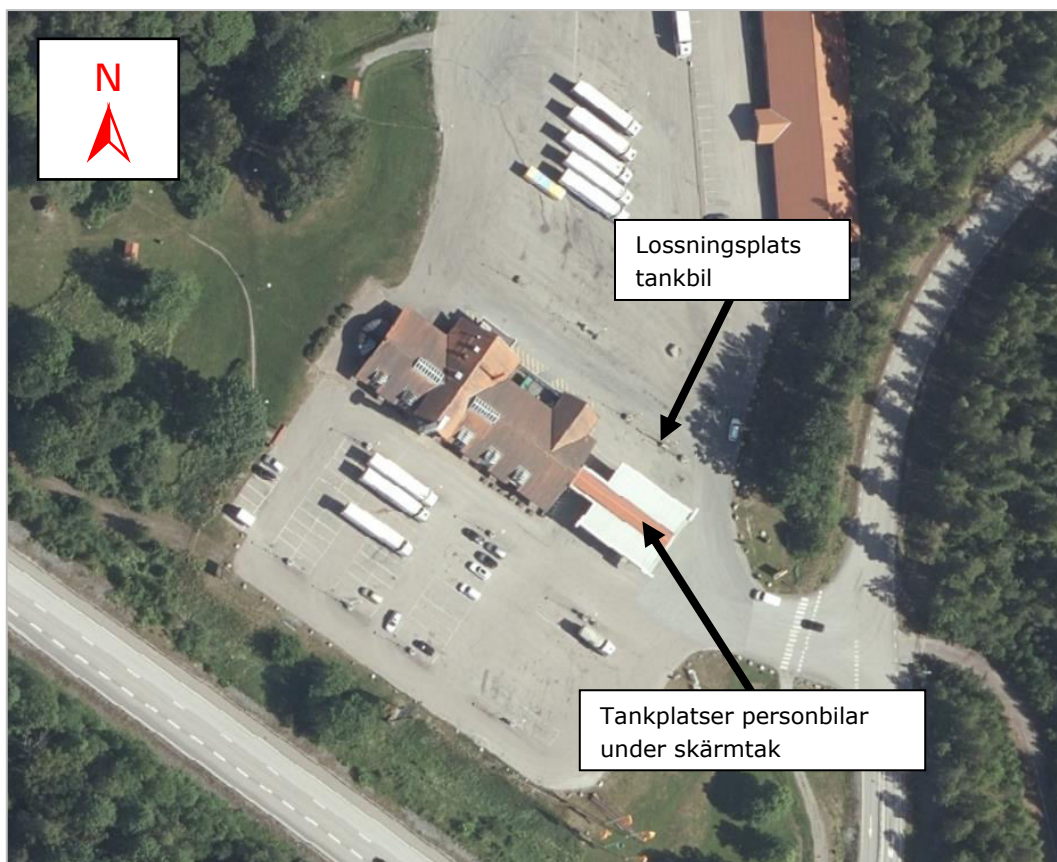
5.1 Preems drivmedelsstation

På Preems bemannade drivmedelsstation i Ekolsund består försäljningen av bensin, diesel och etanol (E85). Totalt genomförs ca 225 tankbilsleveranser per år fördelat enligt ungefär 45 %, 50 % respektive 5 % för bensin, diesel och etanol (Preem Drivmedelsstation, 2020).

Samtliga ämnen utgör ADR-klass 3 brandfarlig vätska. Diesel kännetecknas av hög flampunkt, vilket medför att ett sådant spill är mer svårantändligt än bensin och etanol. Bensin består av flertal olika kolväten men i konsekvensberäkningarna kommer pentan att användas, vilket är konservativt då det är en av de mer lättantändliga beståndsdelarna i bensin. Etanol är en flyktig och lättantändlig vätska och tenderar till att ha mindre sotande brandgaser vid förbränning, vilket ger en högre värmestrålning till omgivningen vid en pölbrand.

En av de mest riskfyllda situationerna kring drivmedelsstationer involverar lastning/lossning av drivmedel då en förhöjd brand- och explosionsrisk föreligger. Det är dock mycket ovanligt att olyckor som involverar brand och explosioner inträffar vid drivmedelsstationer. En av de vanligaste olyckshändelserna som uppkommer vid drivmedelsstationer är istället olika former av spill. Spill av brandfarliga vätskor kan ske från pumpmunstyckena som kunderna använder. Dessa kan leda till utsläpp vid lossning på grund av exempelvis otäta kopplingar, slangbrott, överfyllning m.m. och då bilda en pöl varifrån förångning kan ske. Relativt vanligt förekommande är att kunder glömmar handtaget från terminalen kvar i bilen och kör iväg vilket leder till spill inom området. Det finns risk för att ångorna antänds i kontakt med tändkällor såsom heta ytor, statisk elektricitet eller öppna lågor. Eftersom ångorna är tyngre än luft sker en ansamling i lågpunkter i utsläppets omgivning.

I denna utredning kommer utsläpp i samband med lossning till markförlagda cisterner inkluderas kvantitativt som momentant utsläpp och slangbrott för de tre vätskorna. Vidare analyseras de två delscenarierna direkt och fördröjd antändning för varje utsläppsscenario, se separat beräkningsbilaga. Preems drivmedelsstation syns i Figur 5-1.



Figur 5-1 Översikt över Preems drivmedelsstation i Ekolsund. © 2018 Håbo kommun & Lantmäteriet

5.2 Jättorpsvägen

Tankbilar till Preems bemannade drivmedelsstation som presenterades ovan transporteras från väg E18 via Jättorpsvägen till Preem. Totalt genomförs ca 225 tankbilsleveranser per år (Preem Drivmedelsstation, 2020). Det förutsätts att inga andra transporter av farligt gods genomförs på vägen än bensin, diesel och etanol (E85), vilka står för ungefär 45 %, 50 % respektive 5 % (Preem Drivmedelsstation, 2020). Samtliga ämnen utgör ADR-klass 3 brandfarlig vätska. Diesel kännetecknas av hög flampunkt, vilket medför att ett sådant spill är mer svårantändligt än bensin och etanol. Bensin består av flertal olika kolväten men i konsekvensberäkningarna kommer pentan att användas, vilket är konservativt då det är en av de mer lättantändliga beståndsdelarna i bensin. Etanol är en flyktig och lättantändlig vätska och tenderar till att ha mindre sotande brandgaser vid förbränning, vilket ger en högre värmestrålning till omgivningen vid en pölbrand.

5.3 Väg E18

Väg E18 går mellan Stockholm och Oslo och är förbi planområdet uppdelad så att västgående körriktning löper norr om planområdet medan östgående körriktning löper söder om planområdet. Vägen är en starkt trafikerad motorväg och utgör en primär, rekommenderad led för farligt gods. Av denna anledning kan genomfartstrafik förväntas i båda riktningarna.



Riskutredning

5.3.1 Trafikuppgifter

Uppgifter om årsdygnsmedeltrafiken (ÅDT) om ca 13 000 fordon i respektive riktning har tillhandahållits av Trafikverkets nationella databas för mätåret 2015 (Trafikverket, 2018). Trafikuppräkningsstal för åren 2014-2040 redovisar en trafikmängdskvot om 1,34 (Trafikverket, 2018a). Detta betyder att trafikmängden förväntas öka med 34 % från 2014 till 2040. Då trafiksiffror inte kunde erhållas för 2014 förutsätts det konservativt att siffrorna för 2015 gäller även för år 2014. Detta medför ett förväntat ÅDT 17 500 år 2040.

ÅDT tung trafik var 1620 i respektive riktning år 2015. Trafikmängdskvoten för lastbilstrafik 2014-2040 är 1,45 för Uppsala län. Alltså förväntas lastbilstrafiken öka med 45 % till år 2040. Detta ger ÅDT tung trafik på 2350 år 2040. Enligt myndigheten Trafikanalys utgör farligt gods ca 4 % av tung trafik, vilket ger ett ÅDT-farligt gods på 94 fordon i respektive riktning.

5.3.2 Fördelning av farligt gods och transporterade mängder

Farligt gods på väg och järnväg delas in i nio olika klasser (ADR/RID) beroende av art och vilken risk ämnet förknippas med. Eftersom klasserna utgör en god indelingsgrund vid en riskinventering delas transporterarna in i dessa klasser även i denna rapport.

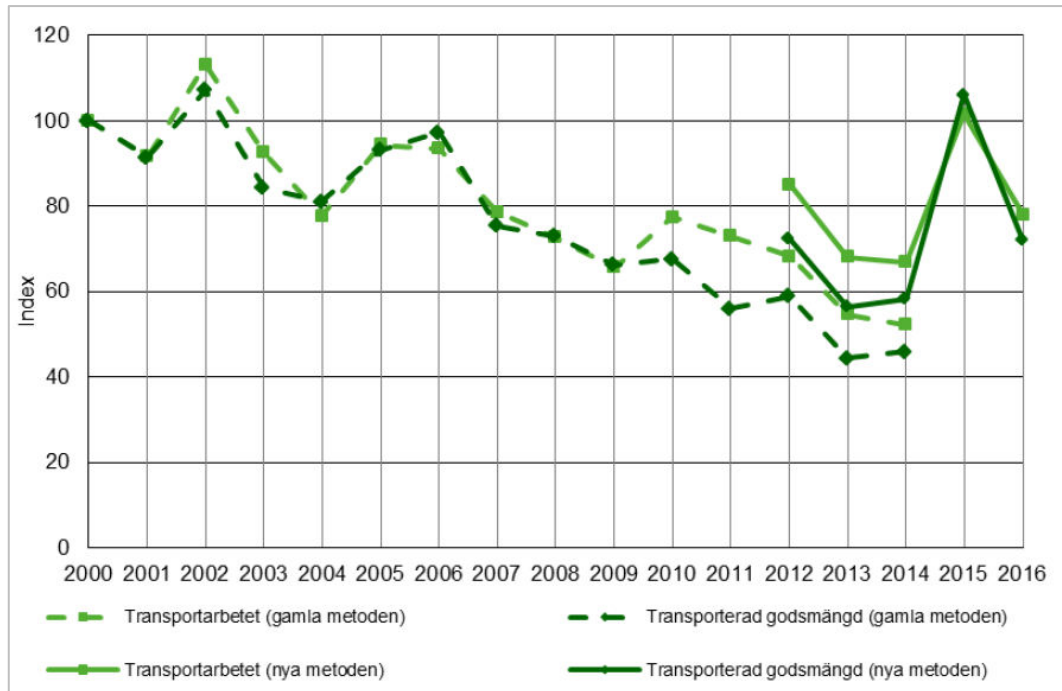


Figur 5-2: Exempel på skyltning för några ADR-klasser: 2.1 Brandfarlig gas, 1 Explosiva ämnen, 2.3 Giftig gas, 3 Brandfarlig vätska, 5.1 Oxiderande ämnen.

År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på vägar i Sverige och år 2016 var motsvarande siffra 11 miljoner ton. Även transportarbetet minskade under samma period från 2,0 miljarder tonkilometer till 1,6 miljarder tonkilometer inom Sverige. Det totala transportarbetet inom Sverige 2016 var 39,6 miljarder tonkilometer, dvs. transportarbetet omfattande farligt gods utgjorde 4 % av det totala transporterade godset. Hur utvecklingen av transporter av farligt gods sett ut sedan 2000 fram till 2016 redovisas i Figur 5-3 (Trafikanalys, 2017).



Riskutredning



Figur 5-3. Inrikes lastad godsmängd och godstransportarbete (tonkilometer) med svenska lastbilar fördelat på ADR/ADR-S-klassificering år 2000 till 2016. Index (år 2000=100) (Trafikanalys, 2017).

Den senast officiellt framtagna statistiken som visar hur fördelningen av farligt godsklasser ser ut på det svenska vägnätet avser 2017. Ett genomsnitt på fördelningen utifrån antalet transporter redovisas i Tabell 5-1 avseende perioden 2009-2017.

Tabell 5-1. Inrikes farligt godstransporter fördelat på ADR/ADR-S (Trafikanalys, 2017) & (Trafikanalys, 2015) & (Trafikanalys, 2016) & (Trafikanalys, 2014) & (Trafikanalys, 2010) & (Trafikanalys, 2011) & (Trafikanalys, 2012) & (Trafikanalys, 2013)



Klass	Typ av farligt gods	Antal transporter 1000-tal	Andel 2009-2017 [%]	Andel 2017 [%]
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	0	1,8%	0,1%
Klass 2	Gaser (komprimerade, flytande eller tryckupplösta)	107	17,6%	22,8%
Klass 3	Brandfarliga vätskor	235	57,5%	50,0%
Klass 4.1	Brandfarliga fasta ämnen	-	0,5%	-
Klass 4.2	Självantändande ämnen	17	0,9%	3,7%
Klass 4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	1	0,4%	0,2%
Klass 5.1	Oxiderande ämnen	17	2,9%	3,6%
Klass 5.2	Organiska peroxider	1	0,4%	0,2%
Klass 6.1	Giftiga ämnen	11	3,3%	2,3%
Klass 6.2	Smittsamma ämnen	22	0,9%	4,7%
Klass 7	Radioaktiva ämnen	-	0,2%	-
Klass 8	Frätande ämnen	34	11,1%	7,3%
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	32	4,2%	5,2%
Totalt		470		

Dessvärre redovisas inte indelningen i de olika underklasserna till klass 2 i den svenska officiella statistiken från Trafikanalys. Baserat på dåvarande Räddningsverkets undersökning av farligt godsflöden (i ton) i september 2006 anges i den rapporten att klass 2.1 (Brandfarlig gas) stod för ca 3 % av totala farligt godsmängden och klass 2.2 för 17 %. Klass 2.3 (Giftig gas) transporterades inte alls på vägen (Statens Räddningsverk, 2006). Transporter med giftig gas är ovanligt på vägar överlag men inkluderas ändå som 0,1 % av totala antalet transporter då det inte finns restriktioner som begränsar transporterarna.

5.3.3 Olycksscenario

Explosiva ämnen (klass 1)

Inom kategorin explosiva ämnen/varor är det primärt underklass 1.1 som utgörs av massexplosiva ämnen som har ett skadeområde på människor större än ett 10-tal meter, upp till 200 m. Exempel på sådana varor är sprängämnen, krut mm. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där



Riskutredning

varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion härrör dels till direkta tryckskador men även värmestrålning samt indirekta skador som följd av sammanstörtade byggnader är troliga. Skadorna vid påverkan på varor av klass 1.2 till 1.6 ger inte samma effekt utan rör sig mer om splitter eller dyl. som flyger iväg från olycksplatsen (VTI, 1994).

Bedömning: Explosivämnen transporteras på det svenska vägnätet och inkluderas därav vidare i beräkningarna.

Brandfarlig gas (klass 2.1)

Klass 2 (gaser) kan transporteras i olika fysikaliska former enligt nedan:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid -50°C)
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över -50°C)
- Kylta och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

(MSB, 2018)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Brandfarliga gaser är sådana gaser som vid rumstemperatur (20°C) och normalt lufttryck (101,3 kPa) kan antändas i en luftblandning med högst 13 volymprocent eller har ett brännbarhetsområde i luft om minst 12 procentenheter (oberoende av den undre brännbarhetsgränsen. (MSB, 2018)

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på en brandfarlig gas. Gasol transporteras oftast såsom kondenserad gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/explosion
- BLEVE

Jetbrand:

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken (FOA, 1998).

Gasmolnsbrand/explosion:

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till två principiellt olika förlopp, gasmolnsbrand respektive gasmolnsexplosion. Gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en lägre förbränningshastighet som ej genererar en tryckvåg. En gasmolnsbrand kan medföra skador på människa och egendom till följd av, i första hand, värmestrålning (FOA, 1998).

Vid en gasmolnsexplosion är förbränningshastigheten högre och en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, d.v.s. flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft och, i det flesta fall, att antändning sker i en miljö med många



hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människor och egendom både till följd av värmestrålning och direkta samt indirekta skador av tryckvågen.

BLEVE

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Bedömning: Brandfarlig gas transporteras förbi planområdet, och om en olycka skulle ske är det troligt att detta leder till konsekvenser i planområdet. Jetbrand, gasmolnsexplosion och BLEVE bedöms kunna inträffa, och undersöks i den kvantitativa analysen.

Giftig gas (klass 2.3)

Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas driver mot planområdet och kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka och kan påverka områden hundratals meter från källan. De två gaser som vanligtvis brukar involveras i riskutredningar är ammoniak och klorgas.

Ammoniak

Generellt är ammoniak tyngre än luft varför spridning av gasen sker längs marken. Vattenfri ammoniak transporteras tryckkondenserad och kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Ammoniak har ett AEGL-3 (Acute Exposure Guideline Level, livsfarlig effekt för känsliga individer) på 2700 ppm under 10 minuter exponering (EPA, 2016). Motsvarande koncentration LC50 har i studier funnits vara mellan ungefär 5000- 10000 ppm för mycket kort exponering (HHS1, 2004). I riskberäkningarna används därför också 5000 ppm LC50 som gränsvärde för effekt.

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak. Klor har ett AEGL-3 (Acute Exposure Guideline Level, dödlig effekt för känsliga individer) på 50 ppm under 10 minuter exponering. Samma effekt (död, känsliga individer) har också angivits till 173 ppm LC50 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2010).

Bedömning: En olycka med kondenserad giftig gas kan ha konsekvenser in i planområdet, varför ovan nämnda olycksscenario undersöks vidare. Både ammoniak och klorgas undersöks vidare.

Brandfarlig vätska (klass 3)

Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. Människor kan påverkas av en sådan på flera sätt: strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig, inandning av giftiga brandgaser.



Riskutredning

Bedömning: Brandfarlig vätska transporteras förbi planområdet, och en sådan olycka kan ha konsekvenser som sträcker sig in på fastigheten, varför klassen undersöks vidare.

Brandfarligt fasta ämnen, självreaktiva ämnen och okänsliggjorda explosivämnen (klass 4)

Exemplen på ämnen inom klass fyra är metallpulver (t.ex. kisel- magnesium och aluminiumpulver), tändstickor, aktivt kol och fiskmjöl. Konsekvenserna av en olycka med dessa ämnen är brand med påföljande strålning och giftig rök.

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. För att t.ex. brandfarliga fasta ämnen (ferrokisel, vit fosfor m.fl.) ska leda till brandrisk krävs att det t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Mängden brandfarlig gas som bildas står i proportion till mängden tillgängligt vatten.

Bedömning: Eftersom konsekvenserna vid en olycka med klass 4 begränsas till området på olycksplatsen och strålningsnivåerna endast är farliga för människor i absolut närheten av branden, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera risken i samband med olyckor med dessa typer av farligt gods.

Oxiderande ämne (klass 5)

Klass fem består av underklasserna 5.1 Oxiderande ämnen och 5.2 Organiska peroxider.

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen (t.ex. diesel) genomgå en exoterm reaktion och orsaka en häftig explosiv brand. Vid kontakt med vissa metaller kan det sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand. Det finns även risk för kraftiga explosioner där människor kan komma till skada. Syrgas kan förvärra en brand i organiskt material och ska därför hållas åtskilt från sådana material.

Organiska peroxider innehåller förutom oxidationsmedel även ett bränsle, vilket adderar ett extra riskelement till denna delklass. Ämnena kan reagera med flertalet metaller, syror, baser och andra kemiska föreningar.

Det finns också vissa organiska peroxider som kräver att en så kallad kontrolltemperatur ska verkställas under transporten. Den så kallade kontrolltemperaturen är ca 10-20 grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kylda förhållanden, i form av kylcontainers eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion i meningen att den frigjorda energin underhåller sig själv. Kraftiga och svårstoppade brand- och explosionsförlopp kan då bli följden. För dessa ämnen finns därför också en så kallad nödtemperatur på ca 5-10 grader under SADT som innebär att nödgärder då måste sättas in under transporten. (PLASTICS, 2017) & (MSB, 2014) & (MSB, 1999) & (MSB, 1996)

Bedömning: För att en olycka med oxiderande ämnen ska inträffa krävs att en serie av händelser ska inträffa vilket medför att sannolikheten bedöms vara mycket låg, men inkluderas ändå i beräkningarna.

Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6)

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på dessa ämnen. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs att man kommer i fysisk kontakt med dem eller förtäring. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

Riskutredning

Bedömning: Identifierade olycksscenarion bedöms inte vara relevanta för aktuellt planområde, varför det inte är motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp här.

Radioaktiva ämnen (klass 7)

Ämnen som räknas till klass sju kan vara medicinska preparat, mätinstrument, pacemakers och kärnavfall. Konsekvenserna är oftast väldigt begränsade till närområdet, men om stora mängder transporteras, t.ex. kärnavfall, kan konsekvenserna bli större.

Bedömning: Mängden radioaktiva ämnen som transporteras förbi planområdet bedöms begränsas till mindre mängder med begränsade konsekvenser vid olycka, varför det inte bedöms som motiverat att ytterligare analysera denna kategori.

Frätande ämne (klass 8)

Olycka med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan lokalt vid olycksplatsen då skador endast uppkommer om individer får ämnet på huden.

Bedömning: Eftersom konsekvenserna begränsas till närområdet precis intill olyckan/utsläppet, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera denna kategori.

Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9)

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. Konsekvenserna bedöms inte bli sådana att individer inom planområdet påverkas, eftersom en spridning inte förväntas.

Bedömning: Det bedöms inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp eftersom konsekvenserna avgränsas till närområdet precis kring olyckan.

5.4 Sammanfattning olycksscenarion farligt gods

Enligt riskidentifieringen bedöms att följande olycksscenarion bör beaktas i riskanalysen.

- Olycka med explosivämnen
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/explosion och BLEVE på E18
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klorgas på E18
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand på E18 och Jättorpsvägen
- Olycka med oxiderande ämnen: explosion och brand på E18
- Momentant utsläpp vid lossning av etanol, bensin, diesel till markförlagd cistern på drivmedelsstationen
- Slangbrott vid lossning av etanol, bensin, diesel på drivmedelsstationen

I separat Beräkningsbilaga redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion.

Riskutredning

6 Riskanalys

I detta avsnitt presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen, och jämförs med aktuella riskkriterier.

6.1 Individrisk

För individrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):

Acceptabel risk $<10^{-7}$ per år $<$ högre ALARP $<10^{-6}$ per år $<$ lägre ALARP $<10^{-5}$ per år **<Oacceptabel risk**

Då planområdet är beläget mellan väg E18s båda köriktningar, Jättorpsvägen och Preems drivmedelsstation redovisas avståndsangivelser från väg E18 (samma avstånd gäller för de båda riktningarna), Jättorpsvägen och lossningsplatsen på Preem.

6.1.1 E18

- På avstånd kortare än **25 meter** från väg E18 är individrisknivån högre än 10^{-5} per år vilket medför en oacceptabelt hög risk (se röd konturkurva i Figur 6-1). Inom detta avstånd erfordras åtgärder med väsentlig riskreducerande effekt. På avstånd mellan 25 – 40 meter är individrisknivån inom högre ALARP-området (över 10^{-6} per år, se blå kurva i Figur 6-1) där kraven på säkerhetshöjande åtgärder generellt sett är höga.
- Området mellan **40 – 50** meter från väg E18 ligger inom lägre ALARP-nivån där säkerhetshöjande åtgärder bör beaktas för att medge byggnation.
- På avstånd längre än **50 meter** från väg E18 är individrisknivån lägre än 10^{-7} per år vilket medför en acceptabel individrisknivå (se yta utanför gulmarkerade området i Figur 6-1).

6.1.2 Jättorpsvägen

- Oacceptabel risknivå erhålls inte längs Jättorpsvägen. Men området mellan **0 – 20** meter från Jättorpsvägen ligger inom lägre ALARP-nivån där säkerhetshöjande åtgärder bör beaktas för att medge byggnation.
- På avstånd längre än **20 meter** från Jättorpsvägen är individrisknivån lägre än 10^{-7} per år vilket medför en acceptabel individrisknivå (se yta utanför gulmarkerade området i Figur 6-1).

6.1.3 Preems drivmedelsstation

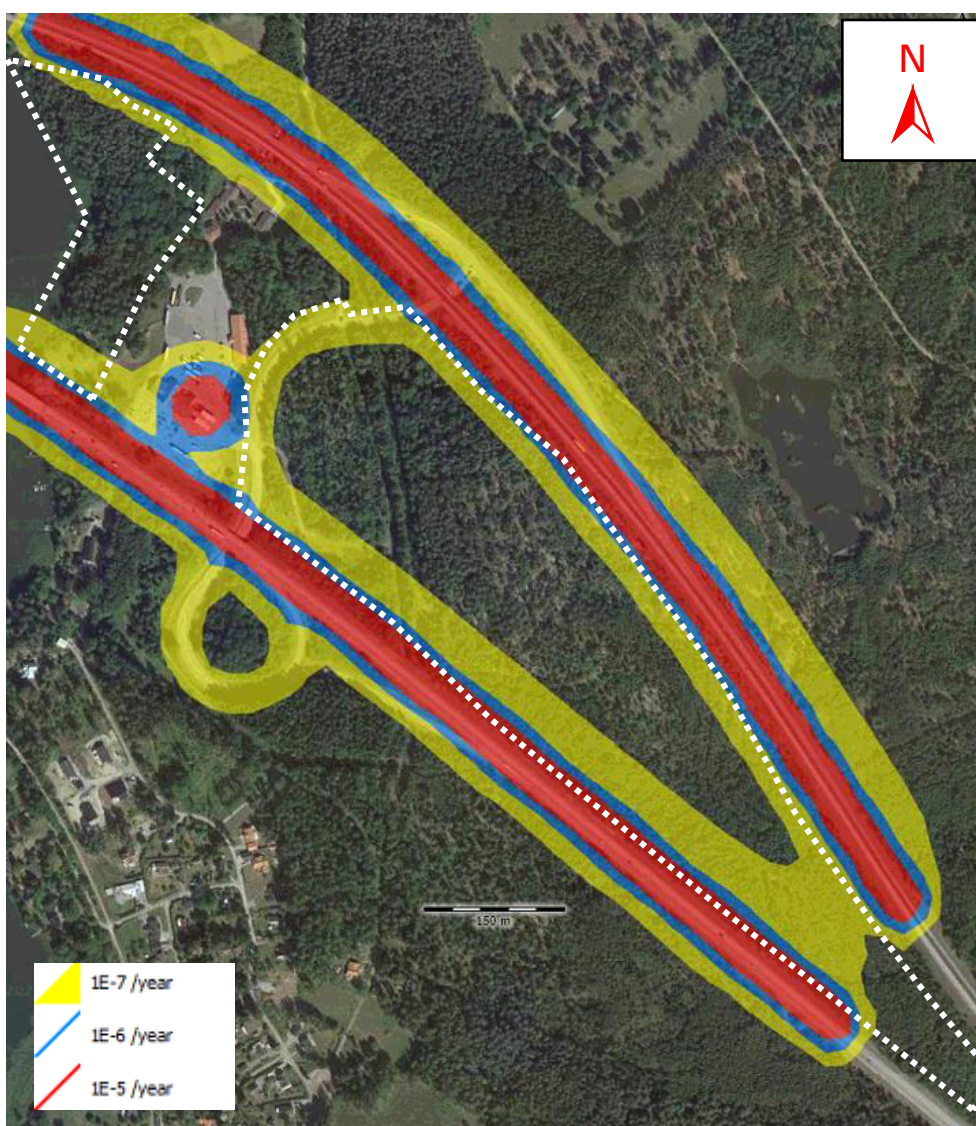
- På avstånd kortare än **25 meter** från lossningsplatsen på Preem är individrisknivån högre än 10^{-5} per år vilket medför en oacceptabelt hög risk (se röd konturkurva i Figur 6-1). Inom detta avstånd erfordras åtgärder med väsentlig riskreducerande effekt. På avstånd mellan 25 – 40 meter är individrisknivån inom högre ALARP-området (över 10^{-6} per år, se blå kurva i Figur 6-1) där kraven på säkerhetshöjande åtgärder generellt sett är höga.
- Området mellan **40 – 60** meter från lossningsplatsen på Preem ligger inom lägre ALARP-nivån där säkerhetshöjande åtgärder bör beaktas för att medge byggnation.



- På avstånd längre än **60 meter** från lossningsplatsen på Preem är individrisknivån lägre än 10^{-7} per år vilket medför en acceptabel individrisknivå (se yta utanför gulmarkerade området i Figur 6-1).
- Planerad markanvändning inom det studerade planområdet uppfyller riktlinjer/skyddsavstånd från *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer.*

6.1.4 Samlad riskbild, individrisk

I Figur 6-1 redovisas individriskkonturerna för riskobjekten kring planområdet. Där det gulmarkerade området slutar i planområdets sydöstra del är marken indisponibel för bebyggelse av marktekniska skäl, varför beräkningar inte genomfördes för denna del.



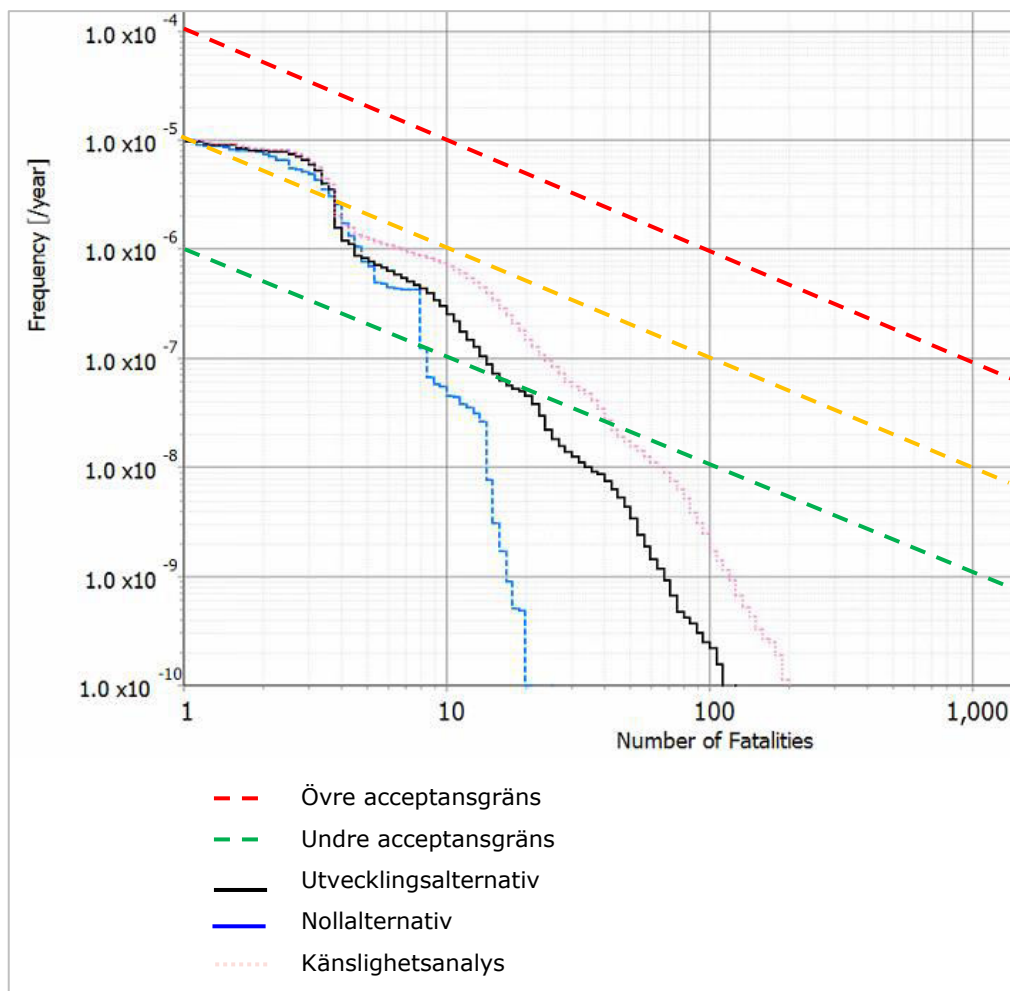
Figur 6-1. Individriskkonturer längs riskobjekten. Acceptabel risk råder utom det gulmarkerade område. Vitprickad markering visar ungefärliga planområdesgränser för utvecklingsalternativet.



6.2 Samhällsrisk inklusive drivmedelsstationen

Beräkningarna visar på att samhällsriskenivån är inom högre ALARP-nivån upp till ca 4 omkomna. I denna delen av F/N-kurvan är samhällsrisken för de tre beräkningsalternativen mycket lika, varför det finns anledning att tro att detta berör riskkällor från drivmedelsstationen. I området där alternativen skiljer sig åt är samhällsriskenivån i undre ALARP eller helt acceptabel, se Figur 6-2.

Genom att, för samtliga olycksscenarier summera produkten av konsekvens och frekvens beräknas respektive scenarios andel av den totala riskbilden. Efter sammanvägningen syns att större utsläpp av brandfarlig vätska från bensinstationen utgör en klar majoritet av samhällsrisksbidraget (70 %). Dessa händelser bedöms dock inte ha någon påverkan på aktuellt planområde. För att erhålla en mer nyanserad bild av vilka riskkällor som påverkar planområdet beräknas därför samhällsrisken också utan att inkludera bidraget från drivmedelsstationen.



Figur 6-2. Samhällsriskenivå för undersökt område inklusive drivmedelsstationen.

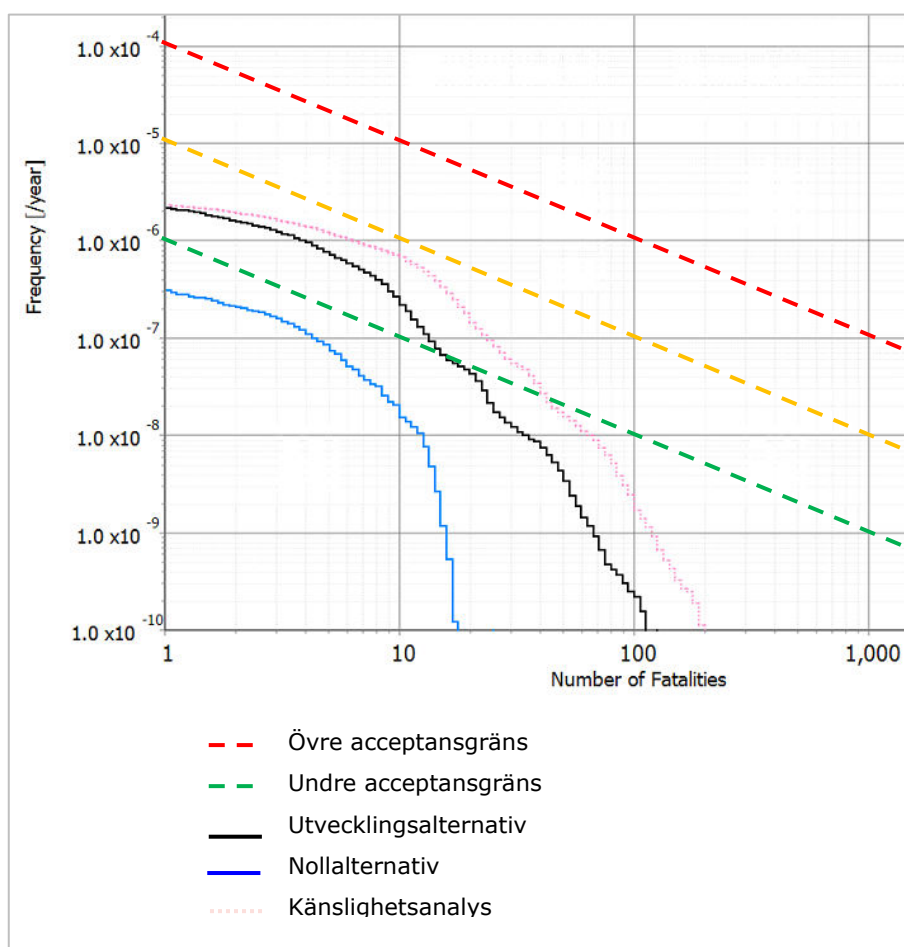
6.3 Samhällsrisk exklusive drivmedelsstationen

Drivmedelsstationen medför som nämnt ett stort bidrag till samhällsrisken. Avseende planområdets östra del erhöles dock acceptabla individriskenivåer från drivmedelsstationen.



Personer inom det befintliga området (drivmedelsstationen, parkeringsytor och auktionshall) påverkas däremot. För att veta vilka åtgärder som bör prioriteras behöver därav samhällsrisknivån exklusive drivmedelsstation beräknas, se Figur 6-3. När drivmedelsstationen exkluderas skiljer sig de tre beräkningsalternativen från varandra i större utsträckning. Nollalternativet ligger helt inom acceptabel risknivå medan både utvecklingsalternativet och känslighetsanalysen ligger inom lägre ALARP-nivån upp till ca 15 respektive 45 omkomna.

Om drivmedelsstationen exkluderas utgör utsläpp av brandfarliga gaser det enskilt största bidraget till samhällsrisk (ca 75 %). Giftiga gaser utgör ca 24 % och explosivämnen den resterande andelen. På avstånd upp till ca 30-40 meter har däremot brandfarlig vätska det absolut största bidraget på över 70 %, varför åtgärder mot värmestrålning bör prioriteras inom dessa avstånd från vägarna.



Figur 6-3 Samhällsrisknivå för undersökt område utan att inkludera drivmedelsstationen.

7 Osäkerhet- och känslighetsanalys

I känslighetsanalysen beskrivs hur känsligt analysresultatet är för antaganden/indata på vissa särskilt viktiga parametrar. I osäkerhetsanalysen beskrivs osäkerheterna i indataparametrar och hur detta har hanterats i analysen.

Riskutredning

7.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. Variationer studeras här avseende följande parametrar:

- Antal transporter
- Sannolikhet för olyckor
- Persontäthet
- Konsekvenser vid studerade scenarion

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i såväl antalet transporter som sannolikhet för olyckor. Detta innebär att en procentuell förändring av dessa parametrar ger motsvarande variation av resultatet. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med 10 % att olycksfrekvensen ökar med 10 %.

Det kan konstateras att förändring i persontäthet inom det studerade planområdet har en påverkan på samhällsriskerna men inte på individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i persontäthet och samhällsriskens känslighet för dessa variationer. I den kvantitativa känslighetsanalysen påvisades personbelastningens inverkan på resultatet vara ganska stor. Med den redovisade höjningen erhöles emellertid inte några oacceptabla risknivåer även om kraftiga förändringar i personbelastningen introducerades.

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser vid studerade scenarier bedöms som relativt stor. Konsekvensberäkningar i form av bränder och utsläpp av gaser och syror är beroende av en rad olika parametrar, exempelvis bland annat hålstorlek, vindstyrka och utetemperatur. Varierande väderparametrar (såsom vindstyrka, vindriktning och stabilitetklass) har hanterats i analysen, likaså varierande hålstorlekar. Dessa är de parametrar som av erfarenhet kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd, tillsammans med en parameter som kallas för ytråhet som kan efterliknas en effektiv amplitud och som beskriver topografin i området. Ett konservativt val av ytråhet har gjorts för att ta höjd för osäkerheter vid spridning av gaser. Ytråhet som motsvarar skogsmark eller stadsmiljö bidrar till ökad mekanisk turbulens och således snabbare utspädning av ett gasmoln. Andra parametrar som utetemperatur, solinstrålning och luftfuktighet har av erfarenhet mindre påverkan på konsekvensavstånd.

Riskutredning

7.2 Osäkerhetsanalys

Man brukar skilja på två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Kunskapsosäkerheten handlar om att inte tillräcklig information finns tillgänglig. Denna kan i teorin elimineras med ytterligare mätningar/information. Exempel på detta är flödesdata. Stokastisk variation går dock inte att eliminera utan handlar om naturlig variabilitet, exempel på detta är vindhastigheter och riktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter, men framförallt kunskapsosäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa hur osäkert det underlag är som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras avseende följande parametrar:

- Antal transporter
- Sannolikhet för olyckor
- Persontäthet
- Konsekvenser vid studerade scenarion

Avseende antalet transporter är underlaget i denna utredning baserat på kvalitativa uppgifter, som sedan legat till grund för en uppskattning av typ och mängd av farligt gods. Metoden för att hantera denna osäkerhet är att genomgående anta konservativa bedömningar.

Osäkerheten avseende persontäthet kan bedömas som relativt stor utifrån nuvarande utformning och planerade aktiviteter i området. Verksamheternas inbördes fördelning kan er hålla kraftiga variationer i personantal, varför känslighetsanalysen genomfördes.

Osäkerheten avseende konsekvenser vid studerade scenarier bedöms vara beroende på scenariobeskrivningarna. Här bedöms å ena sidan osäkerheten avseende representativa scenarier vara liten samtidigt som det otvetydigt finns en betydande osäkerhet inför så kallade extremhändelser såsom transporter av farligt gods utanför gällande regelverk eller uppsåtliga risker. Det kan emellertid konstateras att övergripande metodik för en riskutredning av detta slag inte rymmer en analys av sådana konsekvenser.

Det verktyg som genomgående används för att möta effekten av osäkerheten i indata är tillämplande av bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller. Exempel på val som innebär en inbyggd säkerhetsmarginal i resultatet är:

- Den säkerställda trend som visar generellt minskande trafikolycksfrekvens med allvarliga konsekvenser har inte beaktats. I stället förutsätts den olycksfrekvens som gällde vid tidpunkten för framtagande av de modeller som används, vilket ger en högre frekvens än den som idag är aktuell.
- Teknikutveckling torde leda till minskad olycksfrekvens då modernare fordon kontinuerligt utrustas med teknik som ska minska risken för olyckor. Exempel på detta är instrument som motverkar risken att fordonet ouppsåttligt lämnar vägbanan. Sådana åtgärds inverkan på olycksfrekvensen har inte beaktats.
- ADR-klasser som brukar inkluderas i farligt gods-utredningar har överskattats jämfört med de som inte brukar inkluderas.
- Trafikprognoser enligt prognosår 2040 har använts.
- Maximal exploatering av planområdet har antagits och känsligheten av verksamheternas persontäthet har analyserats kvantitativt och inte erhållits medföra oacceptabla risknivåer.



8 Riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Beräkningarna visar att en oacceptabel individrisk erhålls på avstånd kortare än 25 meter från E18 och 25 meter från lossningsplatsen på Preem. Längs Jättorpsvägen är beräknad individrisknivå aldrig oacceptabel, inom 0-20 meter från vägen bör dock riskreducerande åtgärder beaktas.

Avstånd till högre ALARP-nivån från E18 är ca 40 meter och från lossningsplatsen på Preem ca 40 meter. Inte heller denna individrisknivå erhålls längs Jättorpsvägen.

Vidare visar beräkningarna att acceptabel individrisk erhålls på 50 meter från väg E18s båda färdriktningar och ca 20 meter från Jättorpsvägen och 60 meter från Preems drivmedelsstation.

Det kan konstateras att samhällsrisknivån inklusive drivmedelsstationen ligger delvis inom högre ALARP-området för samtliga tre beräkningsscenarier. Eftersom utsläpp på drivmedelsstationen endast påverkar befintlig exploatering och därmed ger ett missvisande bidrag för aktuellt planområde beräknades även samhällsrisknivån exklusive drivmedelsstationen. Samhällsrisknivån för de tre beräkningsscenarierna skiljer sig då mer åt. Nollalternativet är helt inom det acceptabla området medan utvecklingsalternativet och känslighetsanalysen båda hamnar inom lägre ALARP-området. Detta tyder på att även om osäkerheterna är stora vad gäller personbelastning förväntas inte några oacceptabla samhällsrisknivåer för området. Samtidigt ska det poängteras att nyetablering medför högre risknivåer och att säkerhetshöjande åtgärder är befogat.

På korta avstånd, upp till ca 30-40 meter från de tre vägarna utgör värmestrålning från brandfarlig vätska det största riskbidraget, varför åtgärder mot detta riskbidrag bör prioriteras inom dessa avstånd. För planområdet som helhet erhålls däremot att utsläpp av brandfarlig gas utgör en stor andel av riskbidraget.

Sammantaget bedöms planområdets markanvändning som lämplig om säkerhetshöjande åtgärder och planbestämmelser enligt avsnitt 8.1 vidtas.



8.1 Riskreducerande åtgärder

Eftersom det inte erhållits information om verksamheternas markallokering gjordes i beräkningarna ett grovt och konservativt antagande att alla personer fördelades jämnt över hela östra planområdets yta. Genom att placera verksamheter med högre personbelastning längre ifrån vägarna erhålls en positiv effekt på samhällsrisknivåerna. Eftersom lossningsplatsen inom drivmedelstationen teoretiskt kan flyttas anges skyddsavstånd istället från drivmedelstationens fastighetsgräns. I Tabell 8-1 redovisas förslag till markanvändning och exempel på planbestämmelser.

Tabell 8-1. Redovisning av rekommenderade skyddsavstånd, markanvändning samt förslag till planbestämmelser.

Risk-objekt	Avstånds- angivelser (meter)	Rekommenderad markanvändning	Förslag till planbestämmelse
Jättorpsvägen	0 - 25	Bebyggelsefritt	Bebyggelsefritt (prickmark)
	0 - 25	Trafik Parkering (ytparkering)	Ytorna 0-20 meter från väggkant (Jättorpsvägen) utförs så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse
E18	0 - 25	Bebyggelsefritt	Bebyggelsefritt (prickmark)
	25 - 40	Handel (sällanvaror) Lager Logistik	Fasader inom 40 meter ifrån E18 utförs i obrännbart material och brandteknisk klass EI30.
			Glas inom 40 meter ifrån E18 utförs i lägst brandteknisk klass EW30.
			Friskluftsintag för ventilation placeras på tak eller på fasad i riktning bort från närmsta väg.
	Möjlighet för nödutrymning ska finnas i minst två olika väderstreck.		
0 - 40	Trafik Parkering (ytparkering)	Ytorna 0-40 meter från väggkant (E18) utförs så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse	
> 40	Handel (sällanvaror) Lager Logistik Kontor	Friskluftsintag för ventilation placeras på tak eller på fasad i riktning bort från närmsta väg.	
		Möjlighet för nödutrymning ska finnas i minst två olika väderstreck.	
Preem drivmedelstation	0 - 25	Bebyggelsefritt	Bebyggelsefritt (prickmark) från fastighetsgräns (Preem drivmedelstation)



	0 - 40	Trafik Parkering (ytparkering)	Ytorna 0-40 meter från fastighetsgräns (Preem drivmedelstation) utförs så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse
	> 40	Handel (sällanvaror) Lager Logistik Kontor	Friskluftsintag för ventilation placeras på tak eller på fasad i riktning bort från närmsta väg. Möjlighet för nödutrymning ska finnas i minst två olika väderstreck.

9 Slutsatser

Följande slutsatser har erhållits i utredningen:

- Individrisknivån är acceptabel på avstånd större än:
 - E18: 50 meter
 - Jättorpsvägen: 20 meter
 - Lossningsplats på Preem (mäts från fastighetsgräns då lossningsplatsen kan komma att flyttas i framtiden): 60 meter
- Samhällsrisknivån längs hela sträckan är delvis inom högre ALARP-området avseende spektrumet för lägre dödstal.
- För de delar av planområdet där bebyggelse planeras bidrar transporter av brandfarlig gas och giftig gas mest till risknivån. På korta avstånd, upp till ca 40 meter från närmsta väggkant utgör dock värmestrålning från brandfarlig vätska det största bidraget.
- Om drivmedelsstationen exkluderas i samhällsriskberäkningen erhåller nollalternativet en helt acceptabel risknivå medan både utvecklingsalternativ och känslighetsanalysen är inom lägre ALARP-nivån. Även om osäkerheterna i personbelastning är förhållandevis stora är deras påverkan på resultatet relativt lågt.
- Sammantaget bedöms planområdets föreslagna markanvändning som lämplig om säkerhetshöjande åtgärder och planbestämmelser enligt avsnitt 8.1 vidtas.



10 Referenser

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2010). *Toxicological profile for chlorine*. Atlanta, Georgia: U.S. Department of health and human services.
- Bålsta Auktionshall. (den 30 04 2020). (AFRY, Intervjuare)
- EPA. (den 29 08 2016). *Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values*. Hämtat från EPA: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*. Försvarets forskningsanstalt (FOA).
- HHS1. (2004). *Toxicological Profile for Ammonia*. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Länsstyrelsen i Hallands län. (2011). *Risicanalys av farligt gods i Hallands län*.
- Länsstyrelsen Stockholm. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Stockholm: Enheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (1996). *SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider*.
- MSB. (1999). *SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid*.
- MSB. (2014). Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen. <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/Brandreaktiva-varor/Databas-Organiska-peroxider/>.
- MSB. (2018). *MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019*.
- PLASTICS. (2017). *Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices*. Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS).
- Preem Drivmedelsstation. (den 28 04 2020). Försäljning av drivmedel. (AFRY, Intervjuare)
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad.
- Statens Räddningsverk. (2006). *Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006*. Statens Räddningsverk (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap).
- Statistiska Centralbyrån. (2020). *Antal personer per hushåll efter region och boendeform. År 2012 - 2018*. Hämtat från SCB: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>
- TNO. (2005a). *Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book"*. The Hague.
- TNO. (2005b). *Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"*. The Hague.
- TNO Riskcurves. (2018). RISKCURVES 10.1.9.12276. Utrecht, Nederländerna.
- Trafikanalys. (2010). *Lastbilstrafik 2009*. Statistik 2010:3.



- Trafikanalys. (2011). *Lastbilstrafik 2010*. Statistik 2011:7.
- Trafikanalys. (2012). *Lastbilstrafik 2011*. Statistik 2012:6.
- Trafikanalys. (2013). *Lastbilstrafik 2012*. Publiceringsdatum 2013-05-21.
- Trafikanalys. (2014). *Lastbilstrafik 2013*. Publiceringsdatum: 2014-05-20: Statistik 2014:12.
- Trafikanalys. (2015). *Lastbilstrafik 2014*. Publiceringsdatum: 2015-06-30: Statistik 2015:21.
- Trafikanalys. (2016). *Lastbilstrafik 2015*. Publiceringsdatum: 2015-05-18: Statistik 2016:27.
- Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016*. Statistisk 2017:14.
- Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016*. Publiceringsdatum: 2017-05-16: Statistisk 2017:14.
- Trafikverket. (2018). *Nationell vägdatabas (NVDB) på webb*. Hämtat från <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> den 03 09 2018
- Trafikverket. (2018a). *Trafikuppräkningsstal väganalys*. Borlänge: Trafikverket.
- VTI. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4*. Väg- och trafikforskningsinstitutet.
- Vänersborgs kommun. (2017). *Riskutredning farligt gods, Trestad Center*. Vänersborg.

Beräkningsbilaga

Handläggare
Oscar Lindén
Telefon
010-505 84 94
Mobil
073-074 87 74
E-post
Oscar.linden@afry.com

Datum
06/11/2020
Projekt ID
783691

Kund
Kilenkrysset Bygg AB

Beräkningsbilaga till Riskutredning för detaljplan Segesta 1:70 m.fl., Ekolskrog, Håbo kommun

Uppdragsledare: Niclas Grahn
Handläggare: Oscar Lindén
Intern kvalitetsgranskning: Sohrab Nassiri



Innehållsförteckning

1	Bilaga A – Frekvensberäkning väg E18.....	3
1.1	Väderdata	3
1.1.1	Vindhastighet	3
1.1.2	Stabilitetsklass.....	4
1.1.3	Vindriktning.....	6
1.2	Trafikolycka väg	6
1.3	Olycka med explosivämnen	7
1.4	Olycka brandfarlig gas	9
1.4.1	Jetbrand	9
1.4.2	Gasmolnsbrand/explosion	9
1.4.3	BLEVE	9
1.5	Olycka giftig gas	10
1.6	Olycka brandfarlig vätska.....	11
1.7	Olycka med oxiderande ämne	15
1.8	Summering frekvensberäkningar E18.....	17
2	Bilaga B – Frekvensberäkning Jättorpsvägen	18
3	Bilaga C – Konsekvensberäkning.....	19
3.1	Generella skadekriterier	19
3.2	Olycka med explosiva ämnen.....	20
3.3	Olycka brandfarlig gas	23
3.4	Olycka giftig gas	24
3.5	Olycka brandfarlig vätska.....	26
3.6	Olycka med oxiderande ämne	27
4	Bilaga D – Riskberäkningar Preem.....	28
4.1	Frekvensberäkning	28
4.2	Konsekvensberäkning	28
	Referenser	30

Beräkningsbilaga

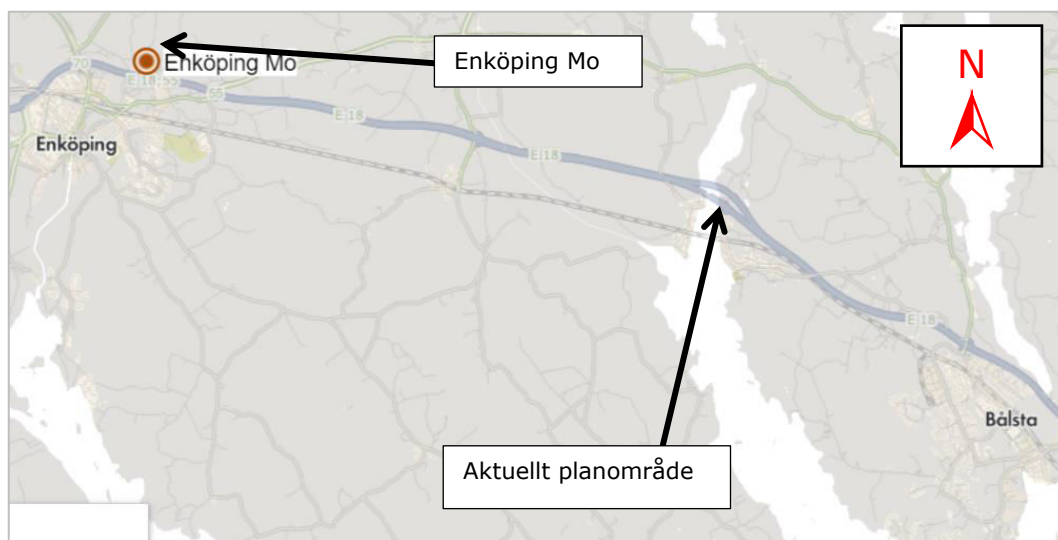
1 Bilaga A – Frekvensberäkning väg E18

Denna bilaga innehåller frekvensberäkningar för farligt gods-olycka för de händelser som tidigare identifierats längs aktuell sträcka och som kan leda till utsläpp av farligt gods som påverkar studerat skyddsobjekt.

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018). Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande studie baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves (TNO Purple Book, 2005b). Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

1.1 Väderdata

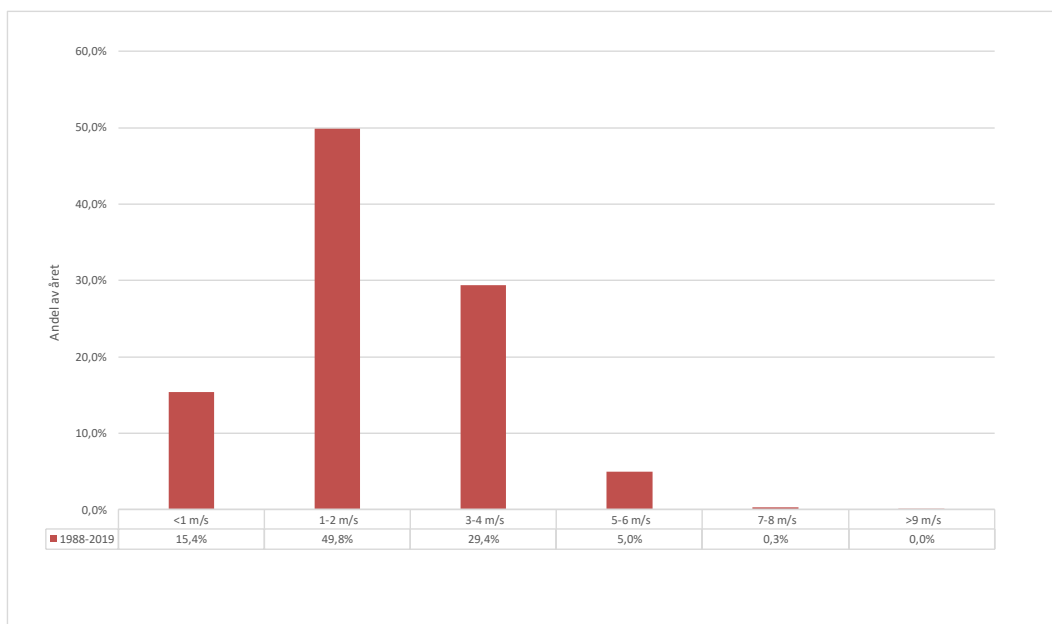
Närmsta väderstation i förhållande till studerade fastigheter är "Enköping Mo", se Figur 1-1. Data för vind och temperatur har tagits från mätstationen under åren 2007-2020.



Figur 1-1. Placering av mätstation "Enköping Mo" i förhållande till utredningsområdet. (SMHI, 2020)

1.1.1 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningsberäkningen. Spridningen från en olycka blir värre i olyckans närhet om ett lägre värde på vindhastighet används. I Figur 1-2 visas fördelningen av vindstyrka mellan 2007-2020. Medelvärdet under denna period var 2,1 m/s. I Figur 1-2 syns fördelningen av vindhastigheter. I analysen har 2,0 m/s använts för svag vind och 5,0 m/s för normal och stark vind.



Figur 1-2. Vindhastighet under 2007-2020 redovisad som andel av tid uppmätt på SMHI:s väderstation "Enköping Mo".

1.1.2 Stabilitetsklass

I beräkningsmodellen kommer Pasquills stabilitetsklasser att användas. Pasquills stabilitetsklasser beskriver hur instabil eller stabil luftmassan närmast jordens yta är, dvs. turbulensen. Turbulensen i sin tur har stor påverkan för hur ett utsläpp till luft sprids, framförallt i betydelsen av hur koncentrationen beror av avståndet från utsläppskällan. Ju mer turbulens/ju mer stabil luftmassa, desto mindre omblandning och utspädning av utsläppet vilket innebär längre konsvensavstånd. Detta beror främst på mängden solinstrålning, dvs. att ju mer solinstrålning desto mer värms luften närmast marken upp och rör sig uppåt och ökar turbulensgraden i luftskiktet. Således är det främst under natten som luften är stabil, dvs. när det inte finns någon solinstrålning. I Tabell 1-1 görs en beskrivning av Pasquills stabilitetsklasser.



Tabell 1-1. Beskrivning av Pasquills stabilitetsklasser (TNO Purple Book, 2005b) & (FOI, 2013).

Turbulens	Beskrivning, väderförhållande	Pasquills stabilitetsklass	Ungefärliga vindhastigheter [m/s]
Instabil	Måttligt till mycket solinstrålning (soligt molnfritt väder, där solen står högt på himlen (större än 60 grader)) och måttliga till svaga vindar gör att atmosfären blir instabil.	A: Extremt instabilt	<2,5
		B: Måttligt instabilt	2,5-4
		C: Svagt instabilt	4<
Neutral	Relativt starka vindar och måttlig solinstrålning (molnig väderlek och/eller klar väderlek där solen står lågt på himlen (mellan 15 -35 grader)) är associerade med neutral/måttlig turbulens	D: Neutral	0-15
Stabil	Låg/ingen solinstrålning och svaga vindar. Sker främst under natten.	E: Svagt stabilt	2,5<
		F: Måttligt – extremt stabilt	<2,5

För att ta höjd för olika förhållanden av vindstyrka och stabilitetsklasser används tre olika kombinationer:

- 2F: Stabilitetsklass F, vindhastighet 2 m/s
- 2D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 2 m/s
- 5D: Stabilitetsklass D, vindhastighet 5 m/s

De valda vädersscenarierna bedöms som representativa och rimligt konservativa.

Det görs även skillnad på väderfördelningen mellan dag och natt, där det under natten är mer vanligt med låga vindhastigheter och stabila väderförhållanden. Baserat på ovan data har följande fördelning av väderkombinationer valts:

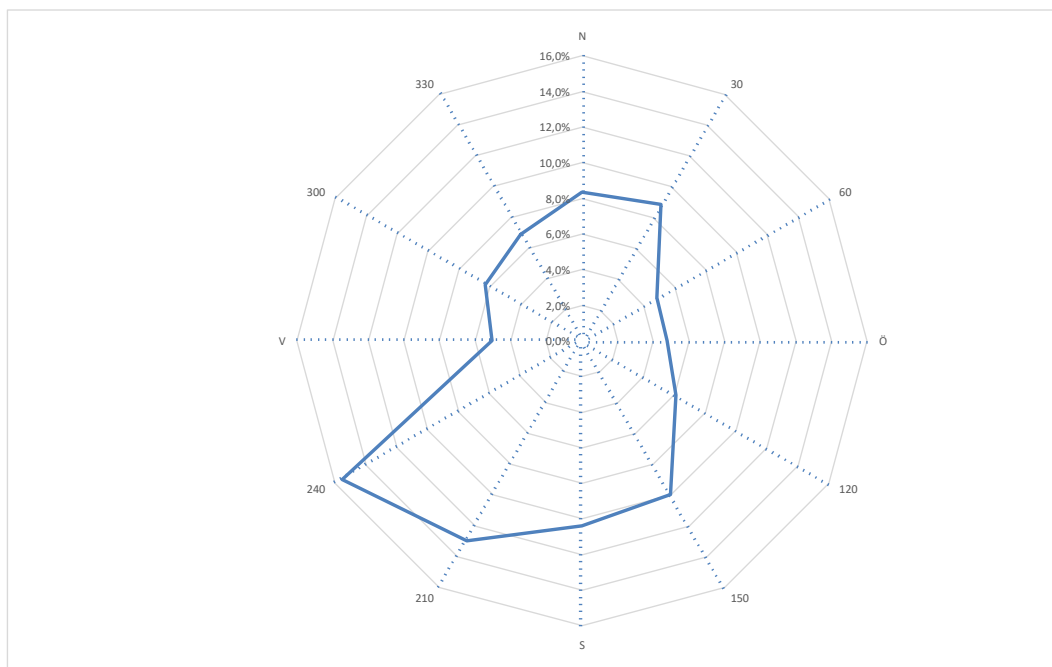
Tabell 1-2. Fördelning av väderförhållanden.

	Dag	Natt
2F	10 %	20 %
2D	70 %	70 %
5D	20 %	10 %
Summa	100 %	100 %



1.1.3 Vindriktning

Vindriktningen inverkar vid spridning av giftig och brandfarlig gas. Förhärskande vindriktningar är sydväst till sydsydväst vilket sker ca 30 % av tiden det blåser > 1 m/s, se Figur 1-3. Vindriktningen anges alltid i det väderstreck som det blåser från.



Figur 1-3. Vindfördelning för mätstation Enköping Mo, 2007-2020 (SMHI, 2020)

1.2 Trafikolycka väg

I Räddningsverkets "Farligt gods - riskbedömning vid transport" (VTI, 1994) ges metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka med farligt gods-transport. Denna riskanalysmetod för transporter av farligt gods på väg (VTI-metoden) analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farlig gods-olycka på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, dels att använda olycksstatistik för sträckan, dels att skatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägnivån. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Olyckskvotens storlek samvarierar med ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning. Med hjälp av beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp kan följande parametrar bestämmas: olyckskvoten, andel singelolyckor och index för farligt godsolyckor (se nedan).

Enligt uppskattningar av Trafikverkets data på NVDB (Trafikverket, 2017) är den totala trafikmängden, ÅDT, på väg E18 förbi planområdet cirka 13 000 fordon i vardera riktningen men räknas upp till 17 500 fordon för prognosåret 2040 enligt (Trafikverket, 2018).

Trafikarbete på respektive färdriktning på E18 beräknas som:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 17500 (\text{fordon/dygn}) \times 365 (\text{dygn}) \times 1 (\text{km}) = 6,4 \text{ miljoner fordonskilometer per år.}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:



Beräkningsbilaga

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Där olyckskvoten kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp. Olyckskvoten uttrycks i enheten olyckor/miljon fordonskilometer. Väg E18 utgörs på platsen av motorväg i landsbygd med hastighetsgräns 110 km/h. Olyckskvoten för dessa förhållanden är 0,32 olyckor per miljon fordonskilometer per år.

Nedan beräknas det förväntade antalet fordonsolyckor med avseende på ovanstående trafikarbete.

$$\text{Förväntade fordonsolyckor (O)} = \text{Olyckskvot} \times \text{trafikarbete} = 0,32 \times 6,4 = 2,06 \text{ olyckor/år}$$

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =

$$O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor på vägavsnittet

O = Antal förväntade fordonsolyckor

Andelen farligt gods på väg E18 beräknas som:

$$\text{Andelen farligt gods} = \frac{\text{ÅDT farligt gods}}{\text{ÅDT total}}$$

ÅDT farligt gods på väg E18 förbi aktuellt område beräknas till 94 stycken (4% av tung trafik, ÅDT tung trafik är 2350 år 2040).

Andelen farligt gods beräknas till $X = 5,33 \cdot 10^{-3}$.

Uppskattad andel singelolyckor (Y) kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor efter bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp, och för väg E18 som på aktuellt vägavsnitt utgörs av motorväg med hastighetsgräns 110 km/h är denna 0,5.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor / år =

$$= O \cdot ((Y \cdot X) + (1 - Y) \cdot (2 \cdot X - X^2)) = 1,53 \cdot 10^{-2} \text{ per år.}$$

Frekvensen för en trafikolycka med ett fordon skyltat med farligt gods är $1,53 \cdot 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar en olycka med farligt gods ungefär vart 65:e år inom det studerade området.

Frekvens för farligt gods-olycka fördelas sedan på respektive ADR-kategori enligt antagen fördelning som redovisas i huvudrapporten.

Nedan redovisas händelseträden för respektive olycksscenario.

1.3 Olycka med explosivämnen

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1 transporteras, vilket ger olika potentiella olycksscenarier. Med högsta fordonsklass kan maximal mängd massexplosiva varor transporteras i upp till 16 ton per transport, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor. Olyckan som sker delas upp i 16 000 kg klass 1.1b respektive 20 kg klass 1.1a. Dessa får konservativt representera hela klass 1. Statistikunderlaget för klass 1 är begränsat. Men för analysen antas grovt att cirka 2 % av

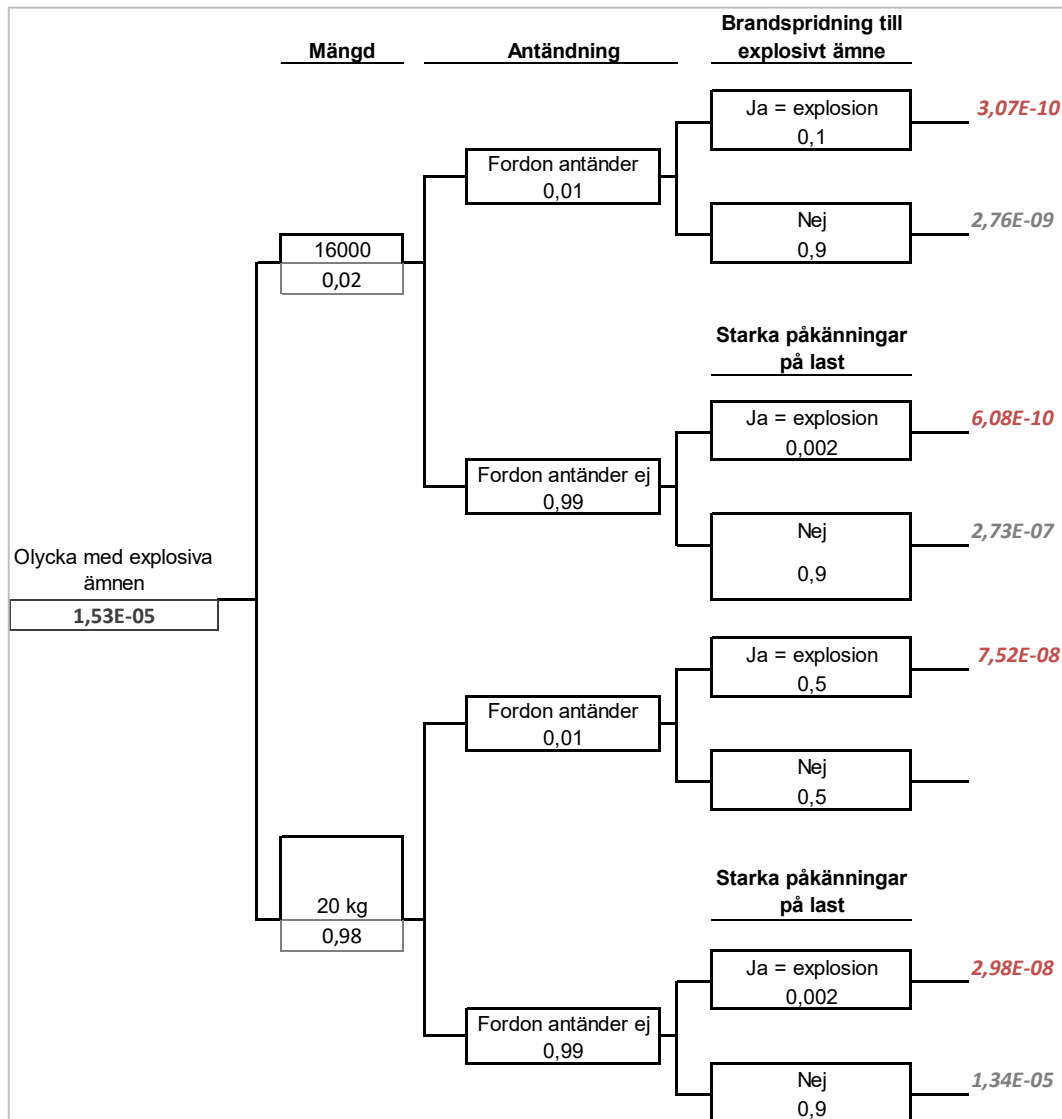


Beräkningsbilaga

antal transporter har den maximala mängden 16 000 kg och resterande har 20 kg massexplosiva ämnen i klass 1.1a.

Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för mycket kraftig stöt vid en kollision. Dock krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s för att initiera en reaktion. HMSO (1991) anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2%. Denna sannolikhet används i beräkningarna. Sannolikheten att en brand i fordonet sprider sig till lasten beror av fordonsklass. Den högsta transporterade mängden förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas en brand sprida sig till fordonet i 10 % av fallen för den maximala mängden 16 000 kg, och 50 % av fallen för 20 kg, vilket i praktiken är mycket konservativt.

Händelseträdet för olyckor med explosiva ämnen som ligger till grund för individ- och samhällsrisikberäkningar presenteras i figur nedan.



Figur 1-4: Händelseträd för olycka med explosiva ämnen.



Beräkningsbilaga

1.4 Olycka brandfarlig gas

Det faktum att en behållare med farligt gods är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage uppstår. I de flesta fall håller tanken och inget av innehållet strömmar ut. För tjockväggiga tankar som används för gaser med övertryck kan sannolikheten ansättas till 0,01 både för ett litet läckage och för ett stort läckage i samband med olycka (Fredén, 2001). De skadehändelser som kan uppkomma givet ett utsläpp av brandfarlig gas är jetbrand, gasmolnexplosion och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

1.4.1 Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en flaska och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Sannolikheten för direkt antändning beror på utsläppets storlek och ansätts i detta fall till följande (Purdy, 1993):

$$S_{\text{direkt antändning litet läckage}} = 0,1$$

$$S_{\text{direkt antändning stort läckage}} = 0,2$$

Flammans längd beror av storleken på hålet i flaskan samt trycket i denna.

1.4.2 Gasmolnsbrand/explosion

Om gasen vid ett läckage inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en gasmolnsbrand med diffusionsförbränning.

Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. För detta krävs som regel ett större läckage (Purdy, 1993) men konservativt ansätts även en sannolikhet för mindre utsläpp. En gasmolnexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

Sannolikheten för sen antändning sätts till:

$$S_{\text{sen antändning litet läckage}} = 0,01$$

$$S_{\text{sen antändning stort läckage}} = 0,5$$

För att gasmolnexplosionen ska ge störst skada krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta sker när vindriktningen är mot området. Med ovanstående antaganden konstrueras händelseträdet som presenteras i Figur 1-5.

1.4.3 BLEVE

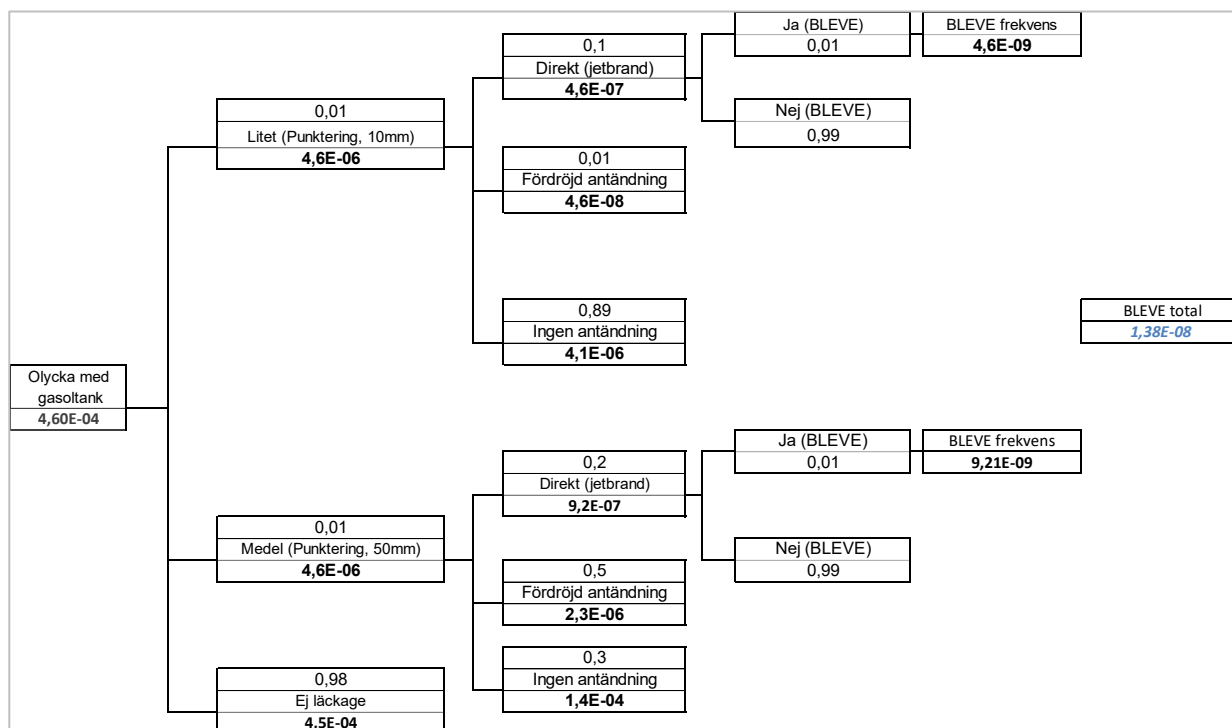
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska. I Tabell 1-3 visas frekvenser som

Beräkningsbilaga

används som indataparametrar i beräkningsprogrammet (TNO Riskcurves, 2018). Av beräkningsprogrammets natur behöver BLEVE simuleras med en egen frekvens.

Tabell 1-3. Frekvenser för scenarier som involverar brandfarlig gas som används i beräkningsprogrammet (TNO Riskcurves, 2018).

Scenario	Frekvens [år ⁻¹]
Litet läckage	4,6E-6
Stort läckage	4,6E-6
BLEVE	1,38E-8



Figur 1-5: Händelse-träd med frekvenser vid olycksscenario med brännbar gas.

1.5 Olycka giftig gas

Vid ett utsläpp av giftig gas har vindstyrka och riktning en stor inverkan på konsekvenserna. Platsspecifika väderdata presenteras i tidigare avsnitt och inkluderas i konsekvensberäkningarna i beräkningsprogrammet (TNO Riskcurves, 2018).

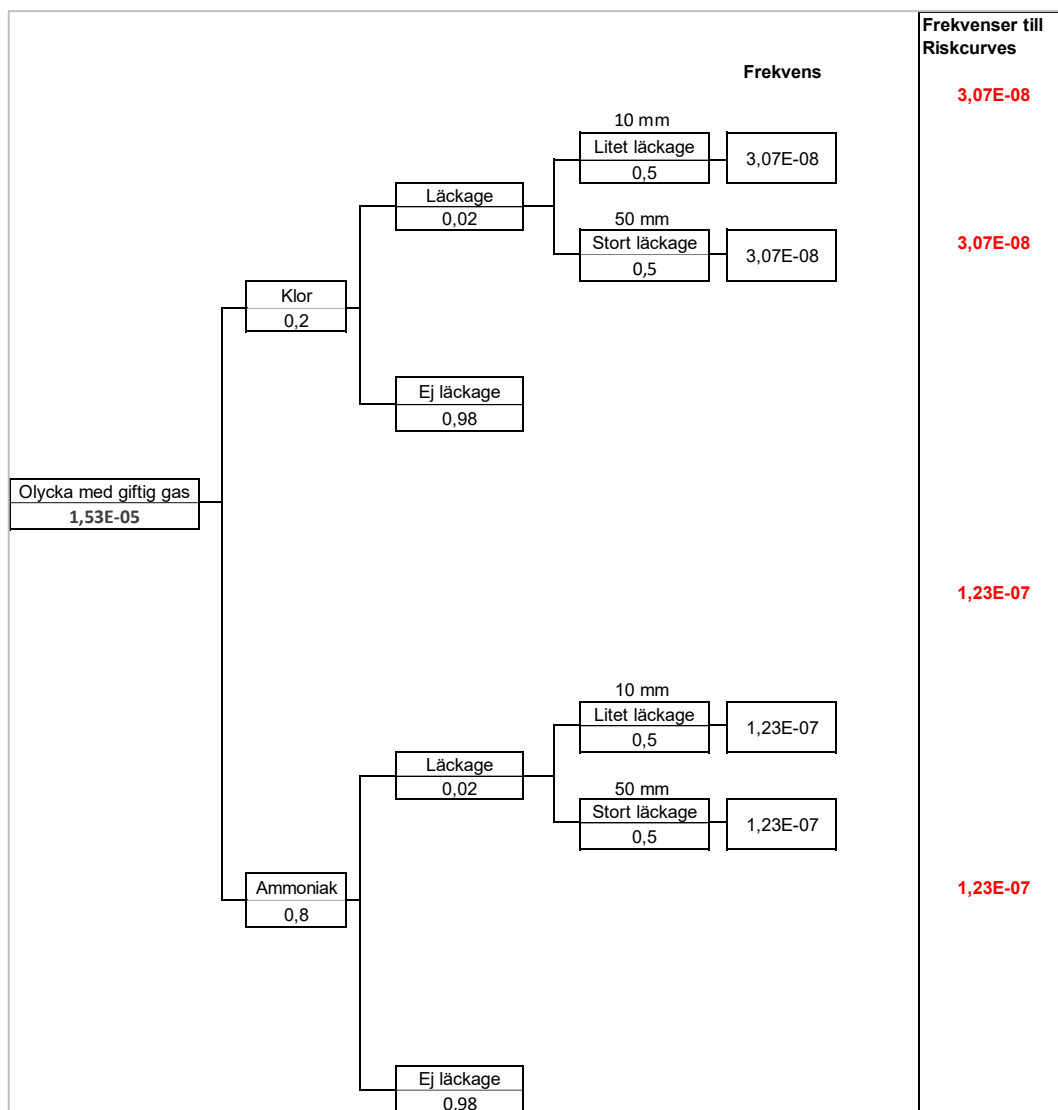
Vid en olycka med giftig gas ansätts samma sannolikheter (0,01) som en olycka med brandfarlig gas avseende hålstorlek och initial spridning då dessa transporteras under liknande förhållanden. Gaserna antas vara ammoniak (80 %) och klor (20 %). Givet ett läckage kan sannolikheten för stort hål (50 mm diameter) respektive liten punktering (10 mm diameter) ansättas till 0,5 för respektive (Fredén, 2001).

S_{liten punktering} = 0,01

S_{stort hål} = 0,01



Med ovanstående antaganden konstrueras händelseträden för olycka med giftig gas som presenteras i Figur 1-6.



Figur 1-6. Händelseträd för olycka med läckage av giftig gas.

1.6 Olycka brandfarlig vätska

Klass 3 består av en rad olika brandfarliga vätskor; dels petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin, olika typer av eldningsoljor och även förnyelsebara drivmedel, samt dels andra typer av brandfarliga vätskor som exempelvis lösningsmedel, tändvätskor, parfym, alkoholhaltiga drycker (70 procent) och liknande.

Den exakta fördelningen mellan petroleumbaserade drivmedel och andra brandfarliga vätskor är okänd. Det antas därför att hela klassen utgörs av drivmedel i brist på underlag om detta. Ett antagande om vilka eller vilket ämnen som kommer att beräknas avseende klass 3 i denna riskutredning, baseras därefter på statistik avseende utleverade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken kommer från Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, som bearbetat statistik från SCB och

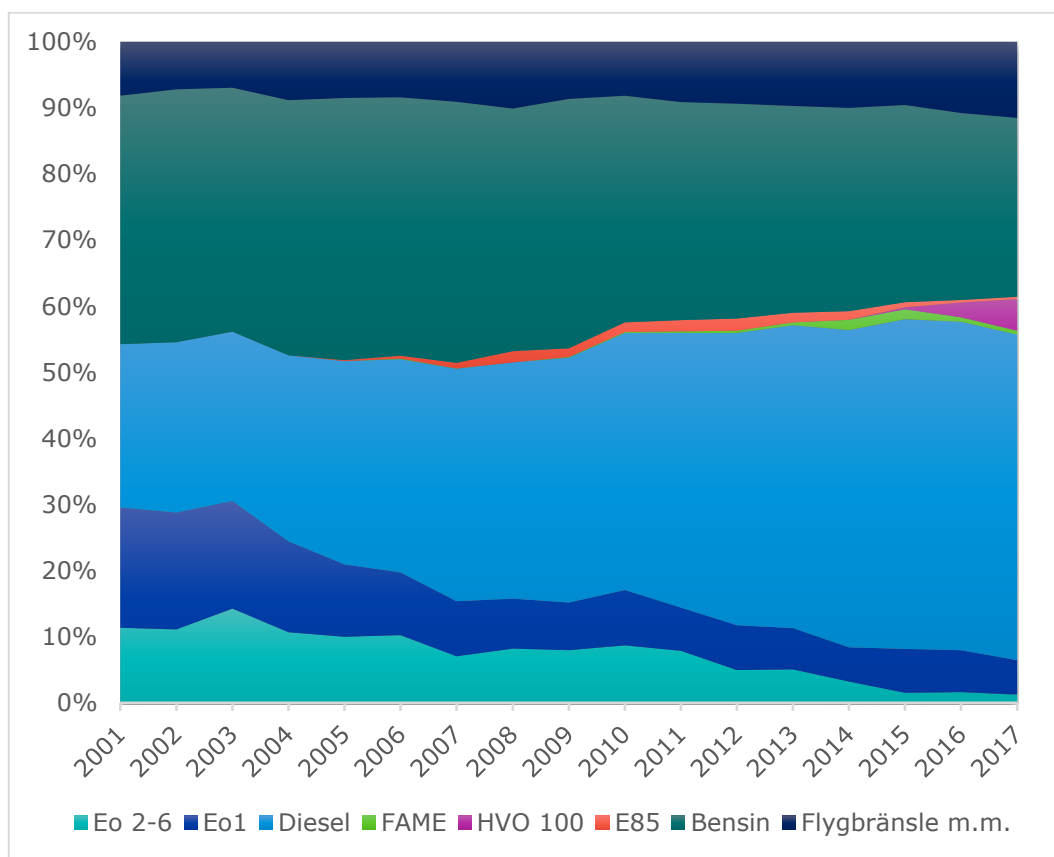


Beräkningsbilaga

Energimyndigheten. Denna statistik antas gälla både för transporter på lastbil och järnväg. Fördelningen inom klass 3 visas i Tabell 1-4 och Figur 1-7.

Tabell 1-4. Fördelning inom drivmedel avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes). (SPBI, 2018)

Fördelning av petroleumprodukter och förnybara drivmedel								
År	Eo 2-6	Eo1	Diesel	FAME	HVO 100	E85	Bensin	Flygbränsle m.m.
2001	11%	18%	25%	0%	0%	0%	38%	8%
2002	11%	18%	26%	0%	0%	0%	38%	7%
2003	14%	16%	26%	0%	0%	0%	37%	7%
2004	11%	14%	28%	0%	0%	0%	39%	9%
2005	10%	11%	31%	0%	0%	0%	40%	8%
2006	10%	10%	32%	0%	0%	0%	39%	8%
2007	7%	8%	35%	0%	0%	1%	40%	9%
2008	8%	8%	36%	0%	0%	2%	37%	10%
2009	8%	7%	37%	0%	0%	1%	38%	9%
2010	9%	8%	39%	0%	0%	1%	34%	8%
2011	8%	7%	42%	0%	0%	2%	33%	9%
2012	5%	7%	44%	0%	0%	2%	33%	9%
2013	5%	6%	46%	0%	0%	1%	31%	10%
2014	3%	5%	48%	2%	0%	1%	31%	10%
2015	2%	7%	50%	2%	0%	1%	30%	10%
2016	2%	6%	50%	1%	2%	0%	28%	11%
2017	1%	5%	49%	1%	5%	0%	27%	11%



Figur 1-7. Fördelning inom drivmedel avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes). (SPBI, 2018)

Som framgår av ovan är diesel den vanligaste transporterade drivmedlet och utgörs av ca 48 %. Därefter följer bensin med 27 % och flygfotogen med 11 %. Samtliga avser 2017 års siffror.

Bensin bedöms vara det allvarligaste ämnet i termer av konsekvenser och avseende lättantändlighet inom drivmedlen. Detta på grund av att ämnet har en mycket låg flampunkt vilket ökar sannolikheten för att ångorna kan antändas i händelse av utsläpp. Flygbränslen och diesel hanteras båda under sina flampunkter, fast flygbränslen som fotogen har något kortare kolkedjor än diesel.

I denna utredning förenklas den stora spridningen av olika typer av drivmedlen till att endast bestå av bensin och resterande ämnen (diesel, flygbränsle osv.) Fördelningen utgår från siffror avseende 2017 enligt tabell och diagram ovan men har justerats något för att ta höjd för osäkerheter och bibehålla konservatism:

Resterande (representeras av n-dodekan): 0,60

Bensin (representeras av pentan): 0,40

Tankar för bensin etc. utförs för att klara transport av vätska under atmosfärstryck och sannolikheten att tanken skadas vid en olycka så att läckage sker är hastighetsberoende. I Räddningsverkets handbok redovisas index för farligt gods-olycka som anger sannolikheten för utsläpp beroende på hastigheten (Räddningsverket, 1996). För motorväg är denna faktor 0,42, vilket används i beräkningarna för E18.



Beräkningsbilaga

Tre olika utsläppsvolymer antas i utredning i enlighet med (TNO Purple Book, 2005b). De tre volymerna ger olika potentiella pölstorlekar.

Tabell 1-5. Utsläppsvolymer med korresponderande pölstorlekar och sannolikheter som används i konsekvensberäkningarna för pölbränder. Indata gäller både pentan och dodekan.

Utsläppsvolymer	Pölstorlek	Sannolikhet givet utsläpp
0,5 m³ Motsvarar ett mindre utsläpp	100 m ²	25 %
5 m³ Motsvarar en fackvolym	200 m ²	60 %
30 m³ Motsvarar hela tankvolymen	350 m ²	15 %

Ett konservativt antagande är att pölen trots lokala topografiska variationer är cirkulär, vilket ger upphov till högre flamma i beräkningarna och därigenom också en högre strålningseffekt som funktion av avståndet.

Sannolikheten för antändning av en pöl med brandfarlig vätska beror på om en antändningskälla finns i närheten av utsläppet, dels av utsläppets omfattning men även typen av utsläppt vätska. Bensin, pentan och etanol antänds t.ex. lättare än diesel, dodekan och eldningsolja. Sannolikheter för antändning som används i beräkningsprogrammet är i enlighet med (TNO Purple Book, 2005b):

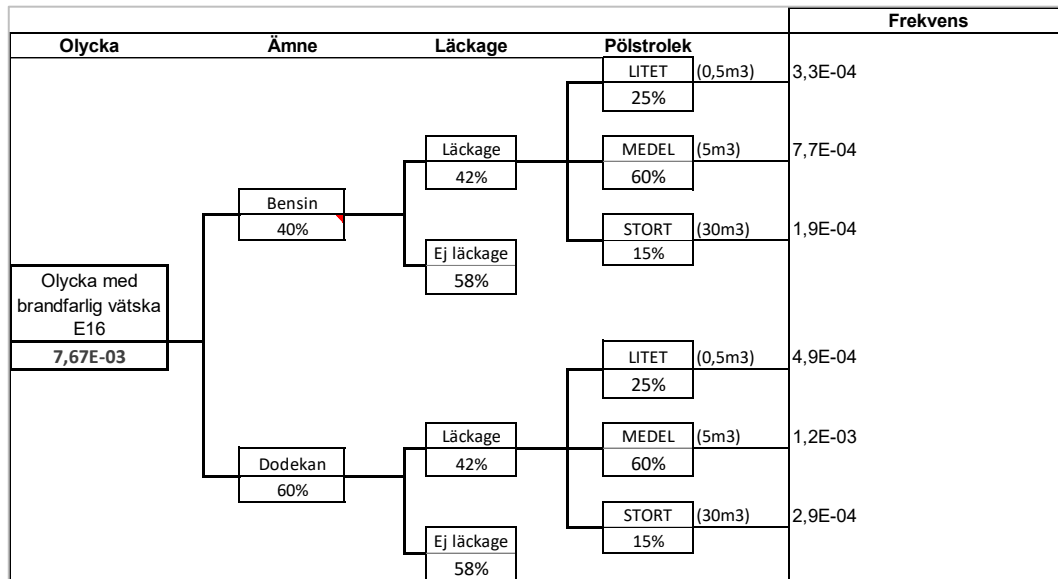
Tabell 1-6. Antändningssannolikheter i frekvensberäkningarna för pölbrand av pentan respektive dodekan (TNO Purple Book, 2005b).

Brandfarlig vätska	Sannolikhet för direkt antändning	Sannolikhet för fördröjd antändning
Pentan (representerar bensin och andra lättantändliga vätskor)	6,5 %	6,5 %
Dodekan (representerar diesel, eldningsolja och andra svårantändliga vätskor)	0,43 %	-

Med ovanstående bedömningar kan händelseträdet konstrueras enligt Figur 1-8.



Beräkningsbilaga



Figur 1-8: Händelsetråd för olycka med brandfarlig vätska på E18.

1.7 Olycka med oxiderande ämne

Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2) medföra brand eller explosion. Explosion är främst möjligt vid de fall det oxiderande materialet transporteras i höga koncentrationer och sammanblandas med organiskt material vid olyckan, exempelvis fordonets bränsle. För väteperoxid kan ämnet sönderfalla i koncentrationer över 20 vikt-% och ämnet är detonerbart vid koncentrationer över 90 %. Väteperoxid med koncentration under 60 % ger normalt inte upphov till några reaktioner som leder till tryckvåg. (MSB, 1999).

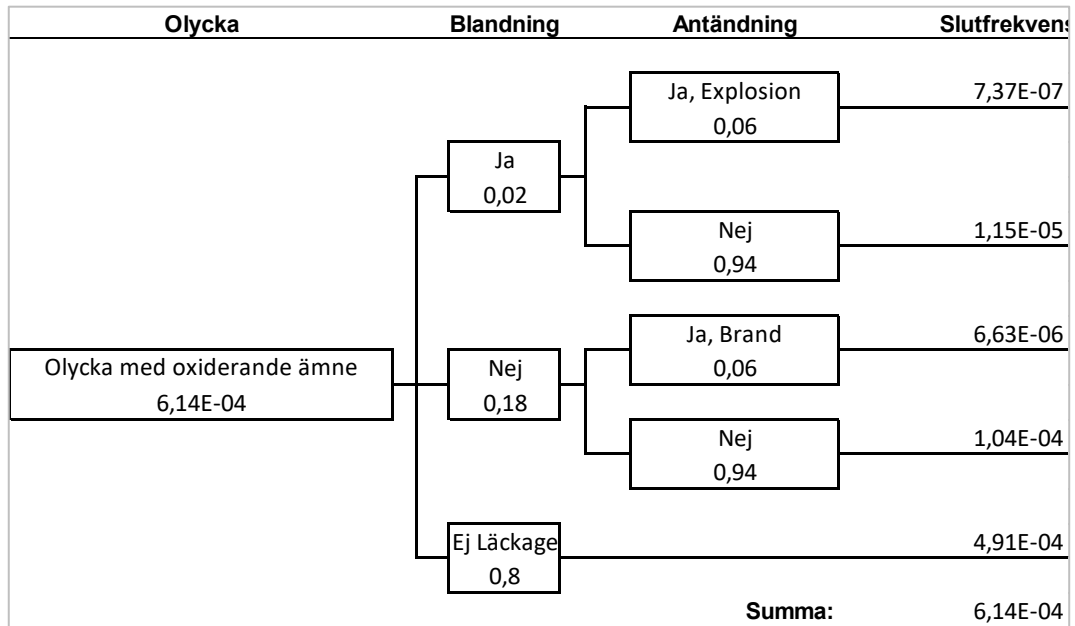
Avseende de typer av organiska peroxider (klass 5.2) som kräver kylda förhållanden kan även brand- och explosionsförlopp inträffa om kylningen på något sätt fallerar eller att ämnets SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature) överskrider, exempelvis av en extern brand. (MSB, 1996)

Tyvär finns inga kända uppgifter om andelen av dessa mer farliga typer av klass 5.2 som andel av hela klass 5. På grund av bristande statistiskt underlag kring detta blir det därför svårt att uppskatta en fördelning delklasserna emellan. En erfarenhetsmässig bedömning är dock att olika koncentrationer av väteperoxid torde var den vanligaste typen av ämne inom denna klass och att de organiska peroxiderna är mindre vanliga. Det antas därför grovt att hela klass 5 består av oxiderande ämnen.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas konservativt ge liknande konsekvenser som för brandfarlig vätska avseende brand och för explosion bedöms ämnet kunna likställas med explosivämnen (se nedan). I frekvensberäkningarna har hälften av andelen oxiderande ämnen adderats till brandfarlig vätska och hälften till explosivämnen, vidare görs samma antaganden om scenarioindelning och antändningssannolikheter. Händelsetrådet ses i Figur 1-9



Beräkningsbilaga



Figur 1-9. Händelsetråd för olycka med oxiderande ämnen.



Beräkningsbilaga

1.8 Summering frekvensberäkningar E18

Tabell 1-7 Summering av frekvensberäkningar.

Skadehändelse	Frekvens
Liten explosion (ADR klass 1)	8,42E-07
Stor explosion (ADR klass 1)	9,15E-10
BLEVE (ADR klass 2.1)	1,38E-08
Litet utsläpp av brandfarlig gas (ADR klass 2.1)	4,60E-06
Stort utsläpp av brandfarlig gas (ADR klass 2.1)	4,60E-06
Litet utsläpp av giftig gas, klor (ADR klass 2.3)	3,07E-08
Stort utsläpp av giftig gas, klor (ADR klass 2.3)	3,07E-08
Litet utsläpp av giftig gas, ammoniak (ADR klass 2.3)	1,23E-07
Stort utsläpp av giftig gas, ammoniak (ADR klass 2.3)	1,23E-07
Litet utsläpp och pölbrand av bensin (ADR klass 3)	3,29E-04
Mellanstort utsläpp och pölbrand av bensin (ADR klass 3)	7,74E-04
Stort utsläpp och pölbrand av bensin (ADR klass 3)	1,93E-04
Litet utsläpp och pölbrand av diesel (ADR klass 3)	4,90E-04
Mellanstort utsläpp och pölbrand av diesel (ADR klass 3)	1,16E-03
Stort utsläpp och pölbrand av diesel (ADR klass 3)	2,90E-04

Beräkningsbilaga

2 Bilaga B – Frekvensberäkning Jättorpsvägen

Till Preems bemannade drivmedelsstation i Ekolsund transporteras brandfarlig vätska. Totalt genomförs ca 225 tankbilsleveranser per år (Preem Drivmedelsstation, 2020). Dessa förväntas framföras på Jättorpsvägen. Uppräknat med trafikuppräkningsstal till 2040 medför detta ca en (1) transport om dagen. Alltså ÅDT farligt gods 1. ÅDT totalt år 2040 på Jättorpsvägen har räknats upp till 1140 fordon.

Frekvensberäkningen följer i övrigt samma modell som för E18 med följande parametrar förändrade:

Olyckskvot: 1,5 istället för 0,32.

Antal olyckor på sträckan per år: 0,62

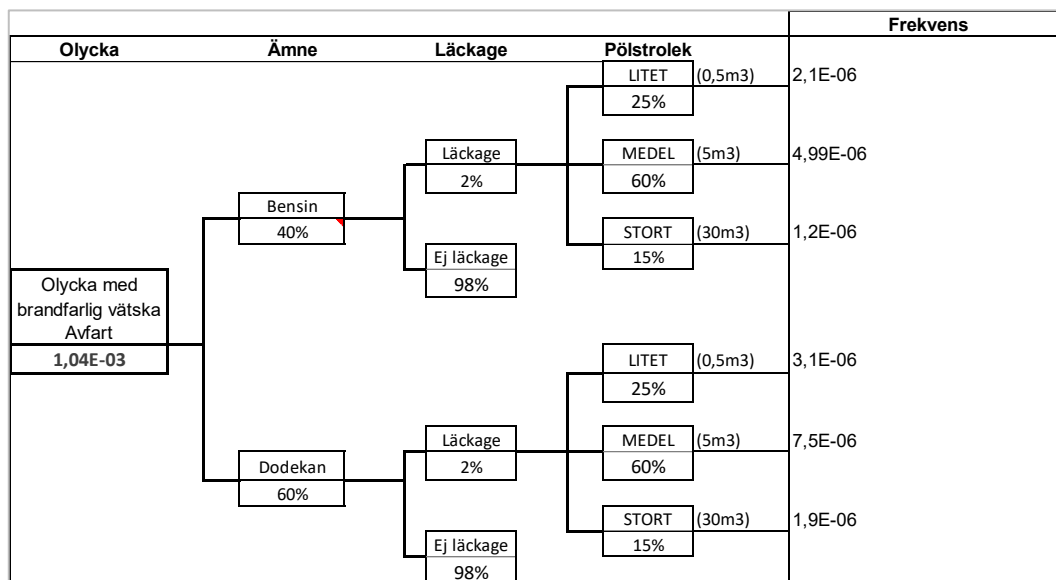
Andel farligt gods: 8,8E-4

Andel singelolyckor: 0,1 istället för 0,6

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor / år =

= $O * ((Y * X) + (1 - Y) * (2 * X - X^2)) = 1,03 \cdot 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar en olycka per 960:e år.

I Räddningsverkets handbok redovisas index för farligt gods-olycka som anger sannolikheten för utsläpp beroende på hastigheten (Räddningsverket, 1996). För aktuell hastighetsgräns är denna faktor 0,02, vilket används i beräkningarna för Jättorpsvägen. I övrigt gäller samma antaganden vid konstruerande av händelsetradet i figur nedan.



Figur 2-1 Händelsetrad avseende brandfarlig vätska på Jättorpsvägen.

Beräkningsbilaga

3 Bilaga C – Konsekvensberäkning

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018). Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Konsekvensberäkningar i föreliggande studie baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves (TNO Yellow Book, 2005a). Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

3.1 Generella skadekriterier

I beräkningar har hänsyn tagits till varierande persontäthet dag- och nattetid, samt att persontätheten varierar beroende på avstånd till riskobjektet. Dessa antaganden redovisas i huvudrapporten. Nedan redogörs för övriga antaganden som gjorts för beräkning av antalet omkomna vid olika skadehändelser.

Tabell 3-1. Skadekriterier som används i beräkningarna.

Parameter	Värde	Kommentar
Mottagarhöjd Z_d (m)	1,5	
Letal fraktion inom flamma eller gasmolnsbrand	100 %	
Värmestrålningsnivå vid total destruktion (kW/m ²)	35	
Letalitet vid total destruktion (inomhus och utomhus) (-)	100 %	
Maximal exponeringstid för värmestrålning, (s)	20	
Probit funktion, värmestrålning	$Pr = -36,38 + 2,56 \ln(q_{1,33}) * t$	q = värmestrålningen i W/m ² och t = exponeringstiden i sekunder, (TNO Green Book, 1992)
Peak tryck för total destruktion (inomhus och utomhus) (mbar)	300	
Peak tryck för letalitet inomhus på grund av glassplitter (mbar)	100	
Letalitet av glassplitter (-)	0,025	
Inomhus:utomhus letalitet av toxisk effekt (-)	0,1	
Maximal tid till personer har satts i säkerhet (s)	1800	



Beräkningsbilaga

3.2 Olycka med explosiva ämnen

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande övertryck i tryckvågen och den effekt den har på personerna i planområdet.

Människors skador utgörs i första hand av skador på trumhinnor, därefter påverkas lungor och andra inre organ och dödliga skador kan uppkomma. I Tabell 3-2 nedan redovisas uppgifter på skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus (FOA, 1998).

Tabell 3-2. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus.

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

För individriskkurvan används värdet där 1 % förväntas omkomma, 180 kPa vilket är konservativt med en faktor 100.

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck och draglasters påverkan på bärverket. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 3-3. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa. För byggnadsstommar antas 20 kPa.

Tabell 3-3. Gränsvärden för skador på byggnadsstomme för olika konstruktioner.

Byggnadsmaterial	Trycktålighet
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegel- och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i "Yellow book" (TNO Yellow Book, 2005a). Det massexplosiva ämnet representeras av TNT, varvid massan TNT räknas om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från gasmolnsexplosion beräknas därefter.

Vi söker därför den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT från nedanstående samband:

$$m_{gas} = \frac{m_{TNT} \cdot \Delta H_d(TNT)}{\Delta H_c(gas) \cdot Y}$$



Beräkningsbilaga

Där

m_{gas} = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnsexplosion [kg]

m_{TNT} = massa TNT [kg]

$\Delta H_c(\text{gas})$ = förbränningsvärme gas [J/kg]

$\Delta H_d(\text{TNT})$ = förbränningsvärme TNT [J/kg]

Y = effektivitetsfaktor [-]

Effektivitetsfaktorn Y beror på gasens reaktivitetsgrad och anges i (TNO Yellow Book, 2005a) till

$Y = 0.2$

$\Delta H_c(\text{CH}_4) = 5,6\text{E}+07$ [J/kg]

$\Delta H_d(\text{TNT}) = 4,18\text{E}+06$ [J/kg]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 3-4.

Tabell 3-4. TNT-ekvivalenter av metan.

Massa TNT [Kg]	Massa CH4 [Kg]
20	7,5
16 000	5970

För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt formeln nedan (FOA, 1998).

$$\bar{R} = \frac{R}{(E/P_0)^{1/3}}$$

Där

\bar{R} = Dimensionslöst avstånd [-]

R = Verkligt avstånd från explosionens centrum [m]

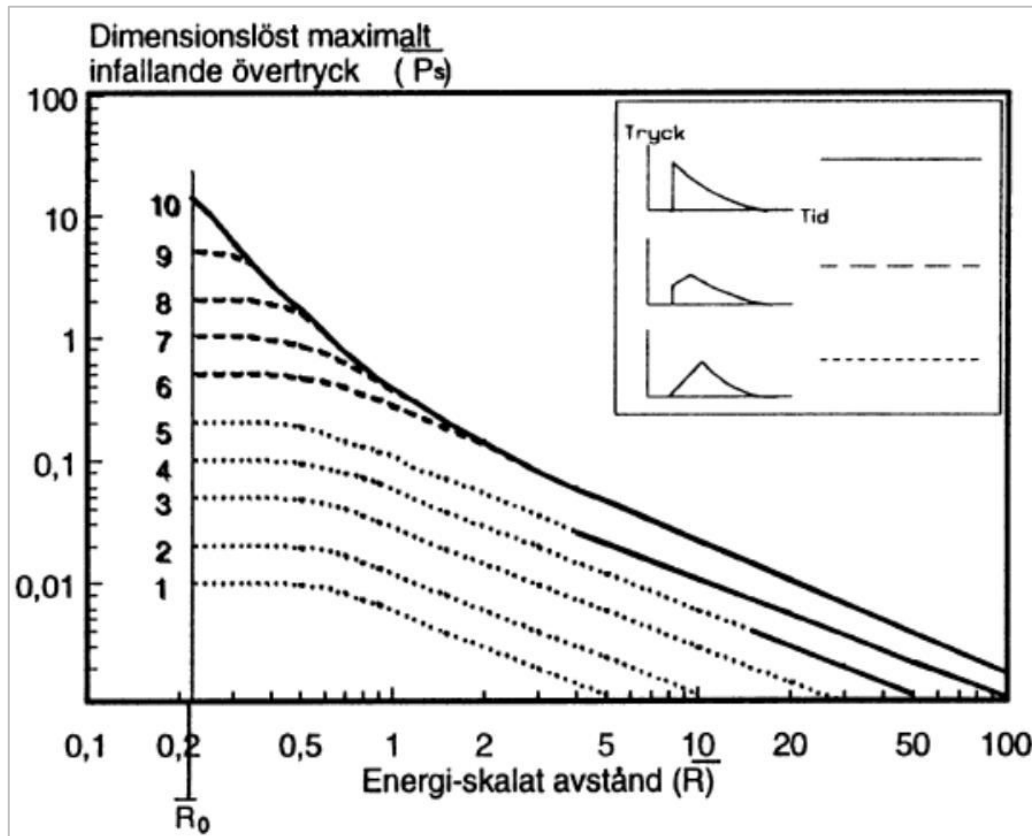
E = Energimängd i gasmolnet [J]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av Figur 3-1 nedan (FOA, 1998).



Beräkningsbilaga



Figur 3-1. Maximalt dimensionslöst tryck. För beräkningarna har den högsta detonationsklassen (10) antagits för liten mängd TNT och detonationsklass 9 för den stora mängden TNT, då de olika underklasserna i klass bäst stämmer överens med dessa utseenden i tryck-tids sambandet.

Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur Figur 3-1 kan explosionsövertrycket bestämmas genom

$$\bar{P} = \frac{P_s}{P_0}$$

Där

\bar{P} = Dimensionslöst tryck [-]

P_s = Explosionstryck [Pa]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Trycket beräknas för respektive avstånd vilket ger avstånd till kritiskt tryck enligt Tabell 3-5.



Tabell 3-5. Potentiellt avstånd till 180 kPa med masseexplosivt ämne.

Massa TNT [kg]	Avstånd till dödsfall [m]
20	8
16 000	65

Antalet döda i olycka med explosivämnen kan nu bestämmas genom att jämföra personbelastningen med de aktuella övertrycken i området, Tabell 3-5 och gränsvärden för skador på människor från Tabell 3-2.

Avståndet till 50% döda för 20 kg explosivämne sätts till 10 m för individrisken, medan nivån för 16 000kg beräknas till 40 m.

Tryck över 10 kPa antas få glas/fönsterrutor att gå sönder, tryck över 20 kPa antas få bärverk att kollapsa generellt. Byggnadsdelar som först exponeras för explosion antas absorbera en del av energin. För att få fler datapunkter har gränsvärdet för 1% döda (180 kPa) istället antagits ge 10 % döda.

3.3 Olycka brandfarlig gas

Mängden brandfarlig gas i ett släp antas vara ca 40 ton. Beräkningarna anses vara giltiga för både järnväg och olycka på motorväg. För motorväg bedöms detta vara ett konservativt antagande, och mer rimligt för transport på järnväg.

Vidare antas att det är tryckkondenserad propan (gasol) som transporteras eftersom det har en låg brännbarhetsgräns och medföra att antändning kan inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen än med andra gaser.

Två olika utsläppsstorlekar (för jetflamma och gasmoln) antas enligt följande:

- Litet - punktering (hålstorlek 10 mm)
- Stort - medelstort hål (hålstorlek 50 mm)

I tillägg simuleras även BLEVE men i konsekvensberäkningarna är händelsen oberoende av hålstorlek.

För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckage-storlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas eller i vätskefas kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. I beräkningarna antas att utsläppet sker i vätskefasen. Dels ger detta de största konsekvenserna och dels anses detta det mest troliga i händelse av olycka med brandfarlig gas.

Som nämns i huvudrapporten används beräkningsprogrammet Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018) för konsekvensberäkningar. De indata som används i programmet för att simulera konsekvensområden för jetflamma, gasmoln och BLEVE presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck: 6,2 bar (absolut tryck)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tankdiameter (horisontell cylinder): 3,8 m
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)
- Lufttryck: 1 atm

Beräkningsbilaga

- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83 %
- Molnighet: 75 % (halvklart till molnigt)
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Väderparametrar enligt tidigare avsnitt
- Fraktion gasmoln som deltar i explosion 0,4

Tabell 3-6: Avstånd för relevanta skadehändelser med brandfarlig gas beroende på väderförhållanden. Beräkningarna är gjorda med programvaran (TNO Riskcurves, 2018). Konsekvenserna vid en BLEVE är i praktiken oberoende av väderförhållandena, varför de presenteras i en separat tabell.

Konsekvens	Relevant skadehändelse	Ungefärliga avstånd till konsekvens beroende på väderförhållanden [m]		
		D5	D2	F2
100 mbar övertryck	Gasmolns-explosion	100	124	158
20 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	97	110	113
15 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	102	114	118
10 kW/m ² värmestrålning	Jetbrand	110	122	125
Avstånd till UFL (upper flammability limit)	Kortaste avstånd till antändbart gasmoln	23	23	27
Avstånd till LFL (lower flammability limit)	Längsta avstånd till antändbart gasmoln	77	93	138
Avstånd till 50 % av LFL	-	124	158	266

Tabell 3-7. Konsekvensavstånd för BLEVE.

Konsekvens	Konsekvensavstånd BLEVE [m]
20 kW/m ² värmestrålning	206
15 kW/m ² värmestrålning	251
10 kW/m ² värmestrålning	321

3.4 Olycka giftig gas

Spridningsberäkningar för giftiga gasmoln har gjorts i programvaran (TNO Riskcurves, 2018). Spridningssimuleringar har gjorts för giftiga gaser (representerat av ammoniak) och mycket giftiga gaser (representerat av klor). Väderförhållandena som råder vid tiden för utsläppet påverkar konsekvenserna i stor utsträckning. Dessa data presenterades i tidigare avsnitt. Samma hålstorlekar har använts som för brandfarliga gaser, det vill säga 10 och 50 mm.

För att beräkna konsekvensområdets utbredning används Acute Exposure Guideline Level (AEGL). AEGL-1-3 avser en exponeringsnivå av luftburna partiklar där en individ (inklusive känsliga individer) kan uppleva besvär, kan få irreversibla hälsoeffekter och drabbas av livshotande skador/död. AEGL-3 utgör den nivå där känsliga individer kan omkomma och



Beräkningsbilaga

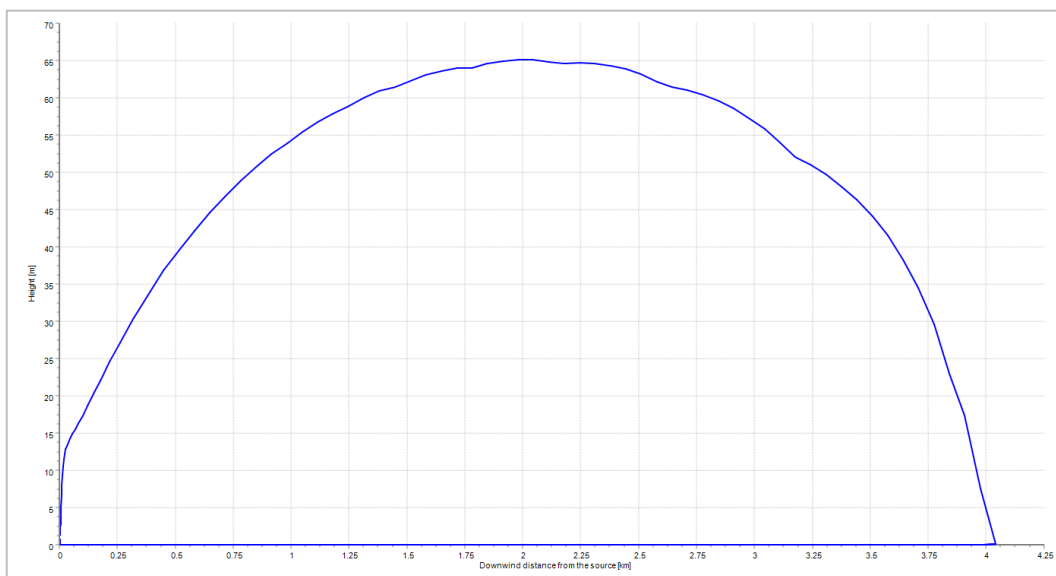
används också i beräkningarna. AEGL-3 för ammoniak avseende 30 minuters exponering är 1600 ppm (EPA, 2016). AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm. Varaktigheten är avgörande för dosen, d.v.s. kort utsläppstid medför hög koncentration men kort påverkanstid.

Påverkan inomhus bedöms reduceras med en faktor tio, enligt vad som anges i Purple Book (TNO Purple Book, 2005b). Om friskluftsintag placeras vid fasad bort från vägen uppskattas påverkan inomhus reduceras ytterligare med en faktor tio. De indata som används i programmet (TNO Riskcurves, 2018) för att simulera konsekvensområden utsläpp av giftig gas presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck klor: 10 bar (absolut tryck)
- Lagringstryck ammoniak: 10 bar (absolut tryck)
- Liten håldiameter: 10 mm
- Stor håldiameter: 50 mm
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tankdiameter (horisontell cylinder): 3,8 m
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83 %
- Molnighet: 75 % (halvklart till molnigt)
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Väderparametrar enligt tidigare avsnitt

Tabell 3-8. Avstånd till AEGL-3 (30 min exponering)-värdet för respektive utsläppsscenario och väderförhållande.

Relevant skadehändelse	Ungefärliga avstånd till konsekvens beroende på väderförhållanden [m]		
	D5	D2	F2
Litet ammoniakutsläpp	118	165	344
Stort ammoniakutsläpp	788	928	1873
Litet klorutsläpp	665	1057	3492
Stort klorutsläpp	4050	6094	12749



Figur 3-2. Konsekvensberäkning av stort klorutsläpp vid väderscenario D5. Konturen avser avstånd till nivåer för AEGL-3 (30 minuters exponering) utomhus.

3.5 Olycka brandfarlig vätska

I konsekvensberäkningen användas bensin, som representeras av pentan, och dodekan ($C_{12}H_{26}$) för att modellera resterande brandfarliga vätskor (dvs diesel, flygbränslen). En cirkulär pöl används i konsekvensberäkningarna, vilket är ett konservativt antagande då detta ger högre värmestrålning i jämförelse med en avlång pöl som kanske skulle efterspegla verkligheten på ett rimligare sätt. I Tabell 3-9 redovisas de utsläppsstorlekar med korresponderande pölstorlekar som använts vid beräkningarna tillsammans med de beräknade flamlängderna och avstånd till strålningsnivåer.

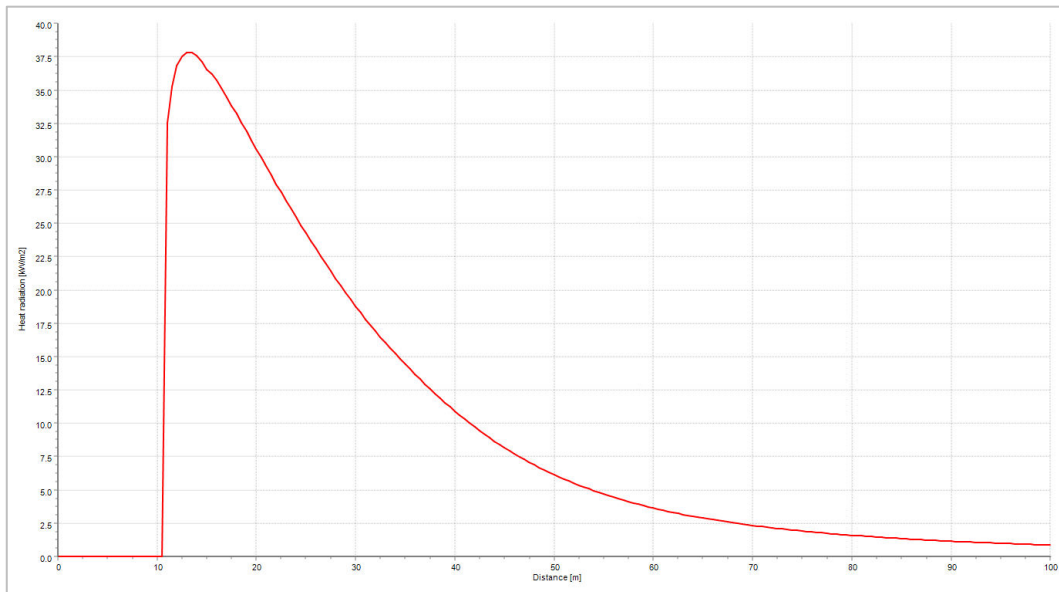
Tabell 3-9. Utsläppsstorlekar med korresponderande pölstorlekar samt beräknade flamlängder beroende på väderförhållanden och avstånd till olika strålningsnivåer.

Ämne	Volym [m ³]	Pölstorlek [m ²]	Flamlängd [m]			Avstånd [m]		
			D5	D2	F2	10 kW/m ²	15 kW/m ²	20 kW/m ²
Bensin/ pentan	0,5	100	19	23	23	24	19	16
	5	200	25	29	29	32	26	22
	30	350	30	34	35	41	33	28
Dodekan / diesel	0,5	100	12	14	14	19	16	13
	5	200	15	19	19	25	21	18
	30	350	19	23	23	32	27	23

I Figur 3-3 redovisas konsekvensberäkning för pölbrand på 30 m³ med pentan (bensin) för väderscenario D5.



Beräkningsbilaga



Figur 3-3. Konsekvensberäkning för värmestrålning som konsekvens av avståndet från utsläppskällan. Avser stor pölbrand (30 m³) med pentan (bensin) och vädersscenario D5.

3.6 Olycka med oxiderande ämne

De två konsekvenserna av olycka med klass 5, som approximeras med oxiderande ämnen, är pölbrand och explosion. Pölbränderna antas fördela sig enligt samma konsekvenser som för brandfarlig vätska, klass 3. Explosionsförloppet approximeras till detsamma för en mindre explosion av farligt gods klass 1.

Beräkningsbilaga

4 Bilaga D – Riskberäkningar Preem

Vid riskberäkning av Preem följdes QRA-guideline i Purple book (TNO Purple Book, 2005b). Vid beräkning valdes dimensionerande skadefall i form av slangbrott och momentant utsläpp vid lossningsförfarande.

4.1 Frekvensberäkning

Fördelningen bensin/diesel/etanol är 45/50/5 (Preem Drivmedelsstation, 2020). I Purple book presenteras representativa grundfrekvenser per lossningstimme för slangbrott och per år för momentant utsläpp från tank. I beräkningarna ansattes 225 lossningar per år, enligt uppgift. Det antas att en lossning tar 2 timmar. Frekvenserna syns i tabell nedan.

Tabell 4-1 Frekvenser för dimensionerande skadehändelser.

Skadehändelse	Grundfrekvens	Korrigeringsfaktor	Slutfrekvens
Momentant utsläpp bensin	1E-5 per år	0,45	4,5E-06 per år
Momentant utsläpp diesel	1E-5 per år	0,50	5,0E-06 per år
Momentant utsläpp etanol	1E-5 per år	0,05	5,0E-07 per år
Slangbrott bensin	4E-6 per lossningstimme	2x225x0,45= 202,5 h	8,1E-04 per år
Slangbrott diesel	4E-6 per lossningstimme	2x225x0,50= 225 h	9,0E-04 per år
Slangbrott etanol	4E-6 per lossningstimme	2x225x0,05= 22,5 h	9,0E-05 per år

4.2 Konsekvensberäkning

Beräkningsprogrammet använder probitfunktion för exponering av värmestrålning men nedan redovisas några beräknade konsekvensavstånd. Vid momentant utsläpp antogs en tankvolym om 30 m³ och 85 % fyllnadsgrad.

Tabell 4-2 Frekvenser för dimensionerande skadehändelser. Skillnader i pölstorlekar är en direkt konsekvens av skillnad i densitet och molvikt mellan vätskorna.

Skadehändelse	Pöldiameter	Avstånd till 10 kW/m ²	Avstånd till 15 kW/m ²
Momentant utsläpp bensin	50	75	60
Momentant utsläpp diesel	57	60	50
Momentant utsläpp etanol	55	40	35

Vid slangbrott antogs 100 mm diameter och 5 meter lång slang. I beräkning inkluderades inga säkerhetsfunktioner såsom rörbrottsventil eller liknande.

Tabell 4-3 Frekvenser för dimensionerande skadehändelser. Skillnader i källstyrka är en direkt konsekvens av skillnad i densitet och molvikt mellan vätskorna.

Skadehändelse	Källstyrka (kg/s)	Avstånd till 10 kW/m ²	Avstånd till 15 kW/m ²
---------------	-------------------	-----------------------------------	-----------------------------------



Beräkningsbilaga

Slangbrott bensin	15	25	20
Slangbrott diesel	16	26	20
Slangbrott etanol	20	30	25

Sannolikhet för direkt antändning har erhållits från Purple book. Sannolikheten för fördröjd antändning har beräknats enligt modell (Moosemiller, 2011). Följande antändningssannolikheter användes:

konsekvens av skillnad i densitet och molvikt mellan vätskorna.

Skadehändelse	Sannolikhet direkt antändning (TNO Purple Book, 2005b)	Sannolikhet fördröjd antändning (Moosemiller, 2011)
Bensinutsläpp	10 %	24 %
Dieselutsläpp	10 %	0 %
Etanolutsläpp	10 %	27 %



Beräkningsbilaga

Referenser

- EPA. (den 29 08 2016). *Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values*. Hämtat från EPA: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*.
- FOI. (2013). *Osäkerheter i observationer och beräkningar*. FOI-R--3764--SE: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Borlänge: Banverket.
- HMSO. (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety.
- Moosemiller, M. (2011). *Development of algorithms for predicting ignition probabilities and explosion frequencies*. Chicago: Journal of Loss Prevention in the Process Industries.
- MSB. (1996). *SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider*.
- MSB. (1999). *SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid*.
- Preem Drivmedelsstation. (den 28 04 2020). Försäljning av drivmedel. (AFRY, Intervjuare)
- Purdy, G. (1993). *Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport*.
- SMHI. (den 04 09 2020). *Öppna data*. Hämtat från <http://www.smhi.se/klimatdata/Oppna-data>: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#>
- SPBI. (2018). Utlevererad volym av oljeprodukter och förnybara drivmedel. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, <https://spbi.se/statistik/volymer/>.
- TNO Green Book. (1992). *Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials Green Book*. Hämtat från <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>
- TNO Purple Book. (2005b). *Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"*. Hämtat från <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>
- TNO Riskcurves. (2018). *RISKCURVES 10.1.9.12276*. Hämtat från <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/>



AFRY

Å F P Ö Y R Y

Beräkningsbilaga

TNO Yellow Book. (2005a). *Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book"*.
The Hague.

Trafikverket. (den 09 05 2017). *Nationellvägdatabas*. Hämtat från Trafikverket.se:
<https://nvdb2012.trafikverket.se/>

Trafikverket. (2018). *Nationell vägdatabas (NVDB) på webb*. Hämtat från
<https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> den 03 09 2018

Trafikverket. (2018). *Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2018*.
Publikationsnummer: 2018:087.

VTI. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4*. Väg- och trafikforskningsinstitutet.