

## Riskutredning

Handläggare  
Tove Raquette  
Telefon  
010-505 64 20  
Mobil  
072 205 69 76  
E-post  
tove.raquette@afry.com

Datum  
2023-11-14  
Projekt ID  
D0151833  
Beställare  
Ångelholms kommun

## Riskutredning för Skiftnyckeln 1



Uppdragsledare och handläggare: Tove Raquette  
Intern kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

## Riskutredning

## Dokumenthistorik

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Revidering</b>	<b>Handläggare</b>
1.0	2023-11-14	Första utgivna version.	Tove Raquette

## Riskutredning

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Syfte och mål.....	7
1.2	Avgränsningar.....	7
2	Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	8
2.1	Plan- och bygglagen.....	8
2.2	Miljöbalken.....	8
2.3	Riktlinjer - Länsstyrelsen Skåne (RIKTSAM).....	8
2.4	Kvantitativa riskmått.....	10
2.4.1	Individrisk.....	10
2.4.2	Samhällsrisk.....	10
2.5	Risikvärderingskriterier.....	11
2.5.1	Risikriterier - RIKTSAM.....	11
3	Metod.....	12
3.1	Programvara.....	13
4	Beskrivning av planområde.....	14
4.1	Skyddsvärda objekt.....	15
4.2	Risikobjekt.....	15
5	Risikinventering.....	16
5.1	Olycka med farligt gods.....	16
5.2	Olycksscenarier vid olycka med farligt gods.....	16
5.3	Sammanfattning av aktuella olycksscenarier.....	20
6	Risikanalys.....	21
6.1	Förutsättningar för beräkningar.....	21
6.1.1	Trafikuppgifter.....	21
6.1.2	Fördelning av farligt gods.....	21
6.2	Individrisk.....	22
7	Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys.....	24
7.1	Känslighetsanalys.....	24
7.1.1	Antal transporter och andel farligt gods.....	24
7.1.2	Fördelning av farligt gods.....	24
7.1.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier.....	24
7.2	Osäkerhetsanalys.....	25
7.2.1	Antal transporter.....	25
7.2.2	Andel och fördelning av farligt gods.....	25

## Riskutredning

7.2.3	Sannolikhet för olycka.....	26
7.2.4	Konsekvenser för studerade olycksscenarier .....	26
8	Riskvärdering och riskreducerande åtgärder .....	28
8.1	Riskvärdering .....	28
8.2	Riskreducerande åtgärder .....	28
8.2.1	Utrymningsvägar och entréer .....	28
8.2.2	Ventilation.....	28
8.2.3	Åtgärder avseende osäkerheter kring bländningsrisker.....	29
9	Slutsatser.....	30
	Referenser .....	31

### **Bilagor:**

Beräkningsbilaga till Riskutredning för Skiftnyckeln 1, daterad 2023-11-14

# Riskutredning

## Sammanfattning

I Ängelholms kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Skiftnyckeln 1. Området är idag inte exploaterat och utgörs av en gräsyta, men är sedan tidigare planlagt för bensinstation och är en del av ett befintligt industriområde. Syftet med detaljplanen är att pröva planläggning för nya verksamheter, med inriktning mot industri, detaljhandel, kontor (i ett plan), verksamheter samt laddning av elfordon.

Detaljplaneområdet är beläget invid Riksväg 13 som är utmärkt som primär led för farligt gods. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsen Skånes riktlinjer för skyddsavstånd ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled. Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

Riskutredningen har utgångspunkt i Länsstyrelsen Skånes *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen* (RIKTSAM). Specifikt utgår riskutredningen från RIKTSAMS vägledning 3, vilket innebär en kvantitativ analysmetod.

Riskutredningens resultat med avseende på individrisk innebär att:

- Markanvändning enligt zon B (industri, verksamheter och laddning av elfordon) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon C (detaljhandel och kontor i ett plan) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon D (ej relevant i aktuell detaljplan) är acceptabel på avstånd från Riksväg 13 som är längre än ca 30 meter. Dock är det viktigt att notera att detta endast gäller individrisk. För att markanvändning enligt zon D ska kunna bedömas mot riskkriterierna behöver även samhällsrisik beräknas.

Riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt bör övervägas även om risken är acceptabel.

Följande riskreducerande åtgärder bör övervägas men utgör inte ett krav för föreslagen etablering:

- **Utrymningsvägar och entréer**  
Nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från Riksväg 13 bör planeras på ett sätt så att utrymningsvägar möjliggör utrymning bort från vägen och huvudsakliga entréer är placerade bort från vägen. Skyddsavstånden gäller både befintlig bebyggelse och eventuell nybyggnation.
- **Ventilation**  
Nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från Riksväg 13 bör planeras på ett sätt så att luftintag dels placeras på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placeras så att de vetter bort från Riksväg 13.
- **Åtgärder avseende osäkerheter kring bländningsrisker**  
Åtgärder inom planområdet avsedda att minska bländningsrisken på Riksväg 13 bör övervägas, exempelvis anpassad topografi, gatubelysning eller bländningsskärm.

## Riskutredning

Givet att etablering i samband med utveckling av fastigheten Skiftnyckeln 1 följer beskrivning och att rekommenderade åtgärder övervägs i samband med nybyggnation, bedöms risken som acceptabel.

# Riskutredning

## 1 Inledning

I Ängelholms kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheten Skiftnyckeln 1. Området är idag inte exploaterat och utgörs av en gräsyta, men är sedan tidigare planlagt för bensinstation och är en del av ett befintligt industriområde. Syftet med detaljplanen är att pröva planläggning för nya verksamheter, med inriktning mot industri, detaljhandel, kontor (i ett plan), verksamheter samt laddning av elfordon.

Detaljplaneområdet är beläget invid Riksväg 13 som är utmärkt som primär led för farligt gods. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsen Skånes riktlinjer för skyddsavstånd ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

### 1.1 Syfte och mål

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

Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

### 1.2 Avgränsningar

Geografiskt omfattar riskutredningen planområdet för aktuell detaljplan.

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta olyckor på rekommenderade transportleder för farligt gods i anslutning till planområdet, dvs. på Riksväg 13. Med olyckor avses händelser där ingen avsikt har funnits att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas därmed ej av föreliggande utredning.

Olyckor som omfattas är sådana som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma eller skadas. Ingen hänsyn tas därför till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området.

För att den planerade bebyggelsen ska vara hållbar ur ett riskperspektiv behöver hänsyn tas till framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi planområdet. Därmed tillämpas förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för år 2050.

Riskutredningar utreder ofta både individrisk och samhällsrisk. I denna riskutredning utreds endast individrisk, med hänsyn till att planerad markanvändning *inte* innefattar sådan markanvändning som enligt aktuella Länsstyrelsen Skånes riktlinjer kräver att samhällsriskberäkningar görs.

I den här riskutredningen och den tillhörande beräkningsbilagan används uttrycket "konservativ" i sammanhang såsom "konservativ bedömning" och "konservativt antagande". Uttrycket "konservativ" innebär att de bedömningar, antaganden och dylikt som avses medför att risken som beräknas är något högre än den förväntade risken. Konservativa bedömningar och antaganden görs för att erhålla god marginal till den förväntade risken när det finns behov att göra förenklingar som underlättar förutsättningarna för beräkningarna av risk.

## Riskutredning

### 2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Nedan presenteras den lagstiftning och de riktlinjer som motiverar ett behov av riskutredning. Vidare beskrivs relevanta riktlinjer avseende genomförande av riskutredningar, kriterier för riskvärdering och grundläggande information kring kvantitativa riskmått för att kriterierna ska kunna förstås.

#### 2.1 Plan- och bygglagen

I *Plan- och bygglagen (2010:900)* (PBL) framgår det att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors liv och hälsa samt risken för olyckor<sup>1</sup>. Vidare anges att bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till bland annat skydd mot uppkomst och spridning av brand, trafikolyckor och andra olyckshändelser<sup>2</sup>.

#### 2.2 Miljöbalken

I *Miljöbalken (1998:808)* (MB) anges att lagen ska tillämpas så att människors hälsa skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan<sup>3</sup>. Det framgår att en verksamhet eller åtgärd som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk ska placeras på en plats som är lämplig så att ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön<sup>4</sup>. Det anges även att alla som avser att bedriva verksamhet eller vidta en åtgärd ska utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått som är nödvändiga för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön<sup>5</sup>.

#### 2.3 Riktlinjer - Länsstyrelsen Skåne (RIKTSAM)

I lagtext anges det 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 typer av markanvändning som kan användas vid planering.

I denna utredning används Länsstyrelsen i Skåne läns *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen* (RIKTSAM) [1]. Enligt RIKTSAM skall risker alltid hanteras vid framtagandet av en detaljplan då avståndet till en led med farligt gods understiger 150 meter.

Riktlinjerna i RIKTSAM har utformats som tre olika vägledning:

- Vägledning 1 baseras enbart på skyddsavstånd.
- Vägledning 2 baseras på deterministiska kriterier.
- Vägledning 3 baseras på både deterministiska och probabilistiska kriterier avseende individ- och samhällsrisk.

---

<sup>1</sup> PBL 2 kap. 5 §.

<sup>2</sup> PBL 2 kap. 6 §.

<sup>3</sup> MB 1 kap. 1 §.

<sup>4</sup> MB 2 kap. 6 §.

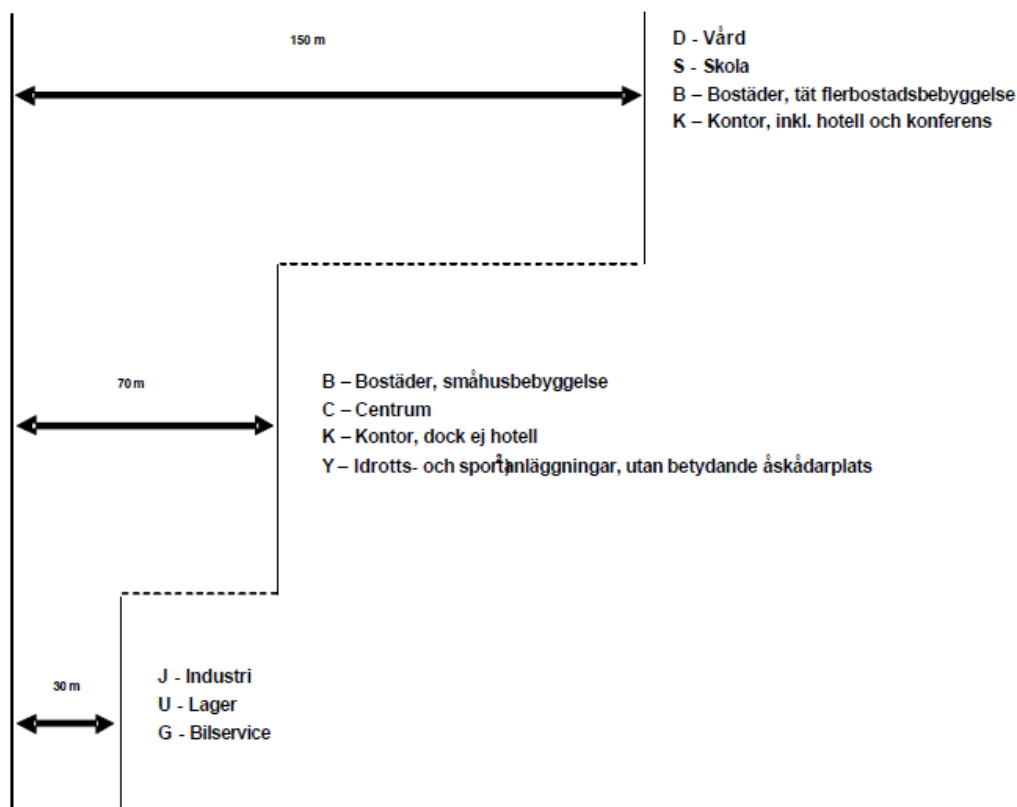
<sup>5</sup> MB 2 kap 3 §.



## Riskutredning

Vilken vägledning som används beror på vilken markanvändning som planeras och på vilket avstånd från transportleden som markanvändningen ska etableras.

I RIKTSAM presenteras ett system för riskvärdering som bygger på en zonindelning för olika markanvändning där fyra olika zoner är definierade, se Figur 2-1 samt nedan beskrivning. Avstånden i Figur 2-1 räknas från väggkant till den plangräns där markanvändningen tillåts.



Figur 2-1. Föreslagna avstånd till markanvändning enligt RIKTSAM.

- Området 0–30 meter (zon A)**

Vid området närmast leden för transport av farligt gods bör markanvändningen begränsas så att markanvändningen inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Riktlinjerna rekommenderar att det bebyggelsefria avståndet uppgår till 30 meter från riskkällan då det ger en betydande reduktion av risknivån. Exempel på lämplig markanvändning är parkering, trafik, odling, friluftsområde och tekniska anläggningar.
- Området 30–70 meter (zon B)**

I området närmast leden för transport av farligt gods efter det bebyggelsefria området bör markanvändningen begränsas. Här rekommenderas det att få personer ska uppehålla sig samt att dessa är i ett vaket tillstånd. Inom detta område kan betydande påverkan uppstå i händelse av en olycka med farligt gods. Exempel på lämplig markanvändning är handel (sällanköpshandel), industri, bilservice, lager (utan betydande handel), tekniska anläggningar (övriga anläggningar) och parkering (övrig parkering).

## Riskutredning

- **Området 70–150 meter (zon C)**

Inom området 70–150 meter kan, enligt RIKTSAM, de flesta typer av markanvändningar etableras utan särskilda åtgärder eller analyser. De markanvändningar som utgör undantaget är sådana som innefattar många eller utsatta personer. Exempel på lämplig markanvändning är bostäder (småhusbebyggelse), handel (övrig handel), kontor (i ett plan, dock ej hotell), lager (även med betydande handel), idrotts- och sportanläggningar (utan betydande åskådarplats), centrum och kultur.
- **Området mer än 150 meter från led för farligt gods (zon D)**

En yttre gräns för riskbedömningsområde sätts till 150 meter i RIKTSAM. Utanför detta avstånd kan byggnader för alla typer av normalt förekommande användningsområden etableras utan särskild hänsyn till risker från farligt gods. Exempel på lämplig markanvändning är bostäder (flerbostadshus i flera plan), kontor (i flera plan, inkl. hotell), vård, skola och idrotts- och sportanläggningar (med betydande åskådarplats).

Om markanvändningen tillämpas enligt de avstånd som presenteras ovan, uppfylls de krav som ställs i vägledning 1 enligt RIKTSAM. Om den föreslagna markanvändningen däremot inte tillämpas enligt skyddsavstånden ska vägledning 2 eller 3 användas.

I denna riskutredning används vägledning 3. Det innebär att risken behöver kvantifieras och analyseras för att säkerställa att risknivån kan bedömas vara acceptabel för markanvändningen. Beskrivning av kriterier för riskvärdering i enlighet med vägledningen presenteras i avsnitt 2.5.1.

### 2.4 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmåttan benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker. För mer ingående beskrivning av hur dessa riskmått kvantifieras hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande denna riskutredning.

#### 2.4.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ ska omkomma, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [2]. 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.

#### 2.4.2 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. Beräkningar för samhällsrisk tar även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att många personer kan befinna sig i ett område under en begränsad tid på dygnet eller året. I motsats till individrisk beräknas samhällsrisk således med avseende på de personer som faktiskt utsätts för risken. Samhällsrisk är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

## Riskutredning

### 2.5 Riskvärderingskriterier

All verksamhet innebär någon form av risk. Att helt eliminera dessa risker är som regel inte möjligt såvida verksamheten inte avvecklas. Som komplement till fastställda kriterier för värdering av risk finns nedan vägledande principer som kan användas som allmän utgångspunkt för värdering av risk [2, 3].

- **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 realiserats bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.
- **Principen om ständiga förbättringar:** Samhällets risknivåer i stort bör inte öka och får gärna minska över tiden.

#### 2.5.1 Riskkriterier - RIKTSAM

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. Varje länsstyrelse beslutar istället om vilka riskkriterier som ska användas inom det geografiska ansvarsområdet.

I RIKTSAM anges, inom vägledning 3, kriterier för individ- och samhällsrisk kopplat till transport av farligt gods. Enligt vägledning 3 ska individ- och samhällsrisk analyseras för att säkerställa att risknivån kan bedömas som acceptabel för markanvändningen.

Riskkriterierna i enlighet med vägledning 3 presenteras i Tabell 2-1. Avstånden i Tabell 2-1 räknas från väggkant för väg till den plangräns där markanvändningen tillåts [1].

Tabell 2-1. Beskrivning av riskkriterier för kortare skyddsavstånd, enligt vägledning 3 i RIKTSAM.

Markanvändning enligt zon*	Avstånd från transportled[m]	Riskkriterier
B	<30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individrisk &lt;10<sup>-5</sup> per år</li> <li>• Risk med hårda konstruktioner som kan orsaka skada på avåkande fordon kan undvikas</li> </ul>
C	<70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individrisk &lt;10<sup>-6</sup> per år</li> </ul>
D	<150	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individrisk &lt;10<sup>-7</sup> per år</li> <li>• Samhällsrisk &lt;10<sup>-5</sup> per år där N=1 och &lt;10<sup>-7</sup> per år där N=100. N betecknar antalet dödsfall. Ett område med arean 1 km<sup>2</sup> med planerad bebyggelse centrerad ska beaktas.**</li> </ul>

\* För beskrivning av zoner och ingående markanvändning, se avsnitt 2.3.

\*\* Tolkningen av riskkriteriet för samhällsrisk är att det utgörs av den räta linjen genom punkterna i en så kallad F/N-kurva. F/N-kurvor är ett vedertaget sätt att illustrera samhällsrisk och visar samband mellan frekvens (förkortas F) och antal omkomna (förkortas N efter engelskans number of fatalities) i en graf.

## Riskutredning

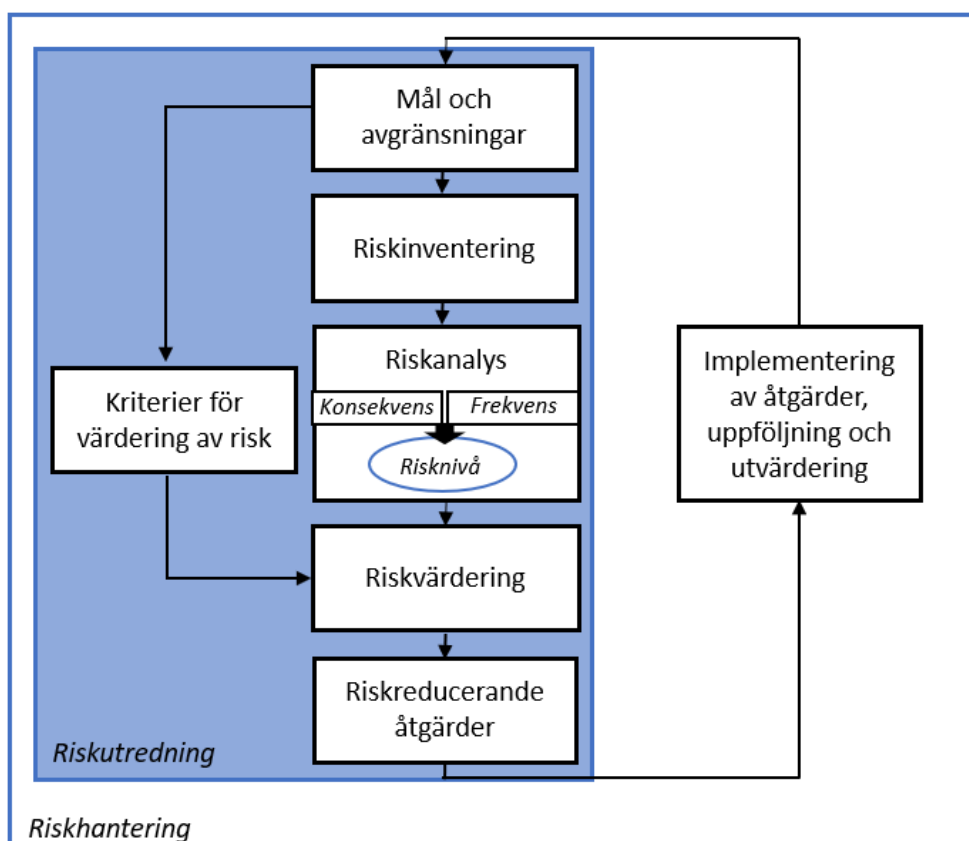
### 3 Metod

Riskutredningen är genomförd i enlighet med riskhanteringsprocessen, som beskrivs nedan och illustreras i Figur 3-1.

Inledningsvis bestäms aktuella mål och avgränsningar för riskutredningen. Även användandet av aktuella riktlinjer och principer för hur risker värderas fastställs, vilka presenteras i avsnitt 2.3. Därefter inventeras aktuella risker, vilket syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. I riskinventeringen identifieras således aktuella olycksscenarier.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenarierna avseende deras konsekvenser och frekvens. Riskanalyser kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen och förutsättningarna. I den här riskutredningen används en kvantitativ analysmetod. Specifikt utgår det från vägledning 3 i RIKTSAM, se avsnitt 2.3, med hänsyn till planområdets närhet till Riksväg 13 och att det för planerad markanvändning önskas finnas en möjlighet att avvika från de skyddsavstånd som föreslås i RIKTSAM. Eftersom planförslagets markanvändning inte innefattar markanvändning enligt zon D behöver det, i enlighet med RIKTSAM, inte genomföras några samhällsriskberäkningar, varför endast individrisk beräknas. För mer ingående beskrivning av metodik bakom samtliga beräkningar, se beräkningsbilagan tillhörande denna riskutredning.

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



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen.

## Riskutredning

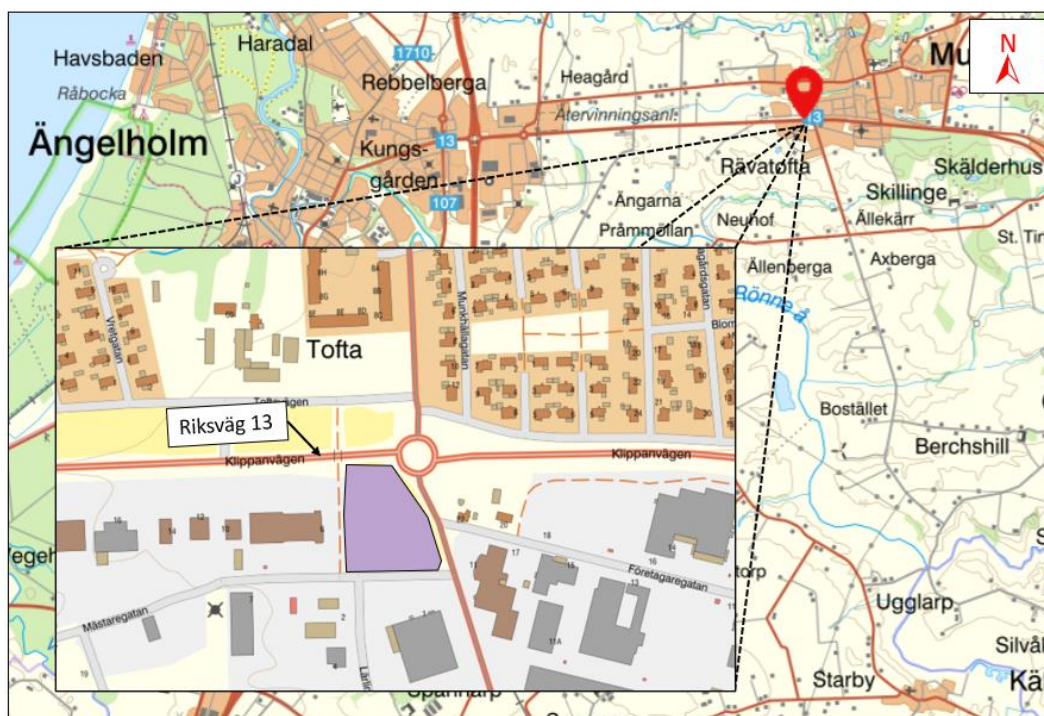
### 3.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves [4]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [5]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

## Riskutredning

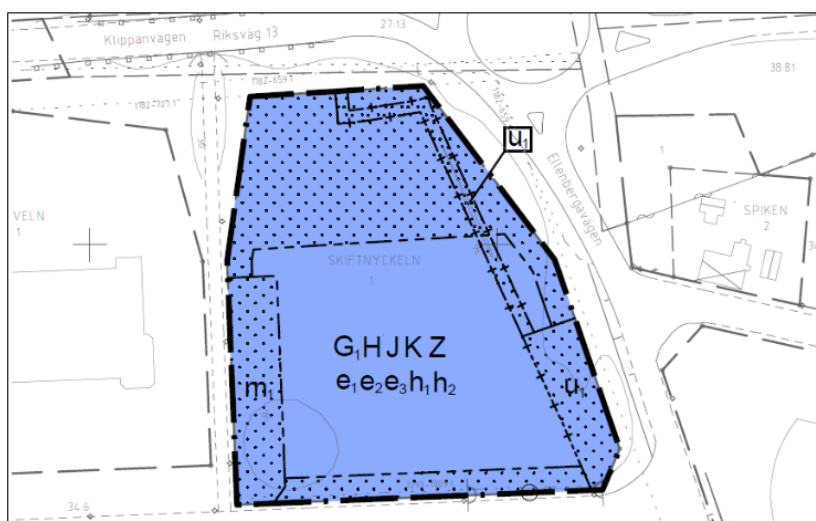
### 4 Beskrivning av planområde

Aktuellt detaljplaneområde för Skiftnyckeln 1 är beläget i Ängelholms kommun, söder om Riksväg 13, se Figur 4-1.



Figur 4-1. Röd pin markerar lokalisering av planområdet, lila markering visar planområdets avgränsning.

Området är idag inte exploaterat och utgörs av en gräsyta, men är sedan tidigare planlagt för bensinstation och är en del av ett befintligt industriområde. Syftet med detaljplanen är att pröva planläggning för nya verksamheter, med inriktning mot industri, detaljhandel, kontor (i ett plan), verksamheter samt laddning av elfordon. I gällande detaljplan finns det prickmark mot väg 13 som kommer behållas även i den nya detaljplanen, se Figur 4-2.



Figur 4-2. Ny plankarta för fastigheten Skiftnyckeln 1 från samrådsskedet [6].

## Riskutredning

Avstånd mellan Riksväg 13 och fastigheten Skiftnyckeln 1, är ca 12 meter. Med hänsyn tagen till befintlig prickmark är avstånd till planerad markanvändning ca 47 meter. I Tabell 4-1 anges vilken zon, i enlighet med RIKTSAM (se avsnitt 2.3), markanvändningen följer och huruvida skyddsavstånd i RIKTSAM (vägledning 1) uppnås. Det kan konstateras att markanvändningarna detaljhandel och kontor inte uppfyller nödvändiga skyddsavstånd.

Tabell 4-1. Planerad markanvändning för Skiftnyckeln 1, vilken zon markanvändningen tillhör och om den följer nödvändiga skyddsavstånd enligt RIKTSAM vägledning 1.

Markanvändning	Markanvändning enligt zon	Nödvändigt skyddsavstånd enl. RIKTSAM [m]	Följer skyddsavstånd i RIKTSAM?
Industri	B	30	Ja
Detaljhandel	C	70	Nej
Kontor (i ett plan)	C	70	Nej
Verksamheter	B	30	Ja
Laddning av elfordon	A/B	0/30	Ja

Utifrån aktuell markanvändning, aktuella avstånd och kriterier i RIKTSAM kan konstateras att risker med transporter av farligt gods på Riksväg 13 behöver utredas för att markanvändningen ska kunna möjliggöras. Utifrån kriterier i RIKTSAM krävs endast att individrisken utreds för aktuell markanvändning, då samhällsrisik endast behöver beräknas för markanvändning enligt zon D.

### 4.1 Skyddsvärda objekt

Aktuella skyddsobjekt i föreliggande utredning är samtliga personer som vistas stadigvarande<sup>6</sup> inom planerad markanvändning inom planområdet, både i och utanför byggnader. Dessa ska skyddas så att de inte utsätts för oacceptabla risker för att skadas eller omkomma på grund av omkringliggande riskkällor.

### 4.2 Riskobjekt

Riksväg 13 är belägen väster om planområdet, se Figur 4-1, och utgör riskobjekt i föreliggande riskutredning. Riksväg 13 är en svensk riksväg som går mellan Ystad och Ängelholm. Vägen är en landsväg med hastighetsbegränsning 80 km/h och beskrivs av Trafikverket som en vanlig väg, dvs. en 2-fältsväg. Vägen är utmärkt som primär väg för farligt gods, vilket innebär att den i första hand bör användas för genomfartstrafik med farligt gods [7].

<sup>6</sup> Stadigvarande vistelse definieras ofta i risksammanhang, och även i denna rapport, som en typ av markanvändning där människor uppmuntras till att befinna sig mer än bara en kort stund. Länsstyrelsen Skåne ger följande exempel på markanvändning som *inte* uppmuntrar till stadigvarande vistelse: parkering (P), trafik (T), odling (L), friluftsområde (t.ex. motionsspår) (N) och tekniska anläggningar (E) [1]. Stadigvarande vistelse ska alltså inte ses som ett motsatsbegrepp till markanvändningen tillfällig vistelse (O) som avser exempelvis tillfällig övernattning och konferensanläggningar.

## Riskutredning

### 5 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

#### 5.1 Olycka med farligt gods

Produkter som har potential att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka under transport går under begreppet farligt gods. Transporterat farligt gods på väg delas in i ett antal så kallade ADR-klasser beroende på ämnets art och vilken risk som ämnet förknippas med:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 – Gaser
  - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
  - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
  - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
  - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
  - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
  - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
  - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
  - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittförande ämnen
  - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
  - Klass 6.2 – Smittförande ämnen
- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

#### 5.2 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Det här avsnittet presenterar vilka klasser av farligt gods som kan förväntas påverka det aktuella planområdet vid en eventuell olycka.

Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

##### **Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål**

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 underklasser som benämns 1.1 till 1.6. Av dessa underklasser är det primärt underklass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion) som har ett skadeområde som är så pass utbrett att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde.

Exempel på varor som tillhör underklass 1.1 är sprängämnen och krut. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion med ämnen i underklass 1.1 härrör från direkta tryckskador men även från värmestrålning. Dessutom är indirekta skador till följd av sammanstörtade byggnader troliga. En olycka med ämnen i underklasserna 1.2 till 1.6 medför inte samma typ av konsekvenser och skador som en olycka med ämnen i underklass 1.1. Dessa konsekvenser handlar snarare om splitter eller dylikt som flyger iväg från olycksplatsen [8].



## Riskutredning

*Bedömning klass 1:* Regelverket kring transport av explosiva ämnen och föremål är mycket strikt och därmed bedöms sannolikheten för en olycka med explosiva ämnen och föremål som mycket låg. Transporter med explosiva ämnen och föremål förekommer dock och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med explosiva ämnen och föremål beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 2.1 – Brandfarliga gaser**

Samtliga gaser i klass 2.1 kan transporteras i följande fysikaliska former [9]:

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

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

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

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion
- 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 [10].

#### Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

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 [10].

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 om explosionen är av typen detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft. I de flesta fall krävs även att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människa 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

## Riskutredning

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. Detta kan exempelvis ske vid händelse av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

*Bedömning klass 2.1:* Transporter av brandfarliga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga gaser beaktas därför i beräkningarna. Vid en eventuell olycka bedöms jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE kunna inträffa.

### **Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser**

Ämnen i klass 2.2 är vare sig brandfarliga eller giftiga.

*Bedömning klass 2.2:* Dessa ämnen utgör ingen fara för personer som vistas i närheten av transportleder för farligt gods. Olyckor med icke brandfarliga och icke giftiga gaser beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 2.3 – Giftiga gaser**

Samtliga gaser i klass 2.3 kan transporteras i samma fysikaliska former som klass 2.1 [9].

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

Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas sprider sig från olycksplatsen, vilket 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

I samband med utsläpp av tryckkondenserad ammoniak sker en kraftig förångning av gasen. Små droppar eller aerosoler av vätskeformig ammoniak finns dock kvar i gasmolnet vilket medför att gasmolnet inledningsvis beter sig som en tung gas. Spridning av gasen sker därför initialt i sidled längs marken. Efter inblandning av luft i gasmolnet samt förångning av aerosolerna sjunker gasmolnets densitet vilket medför att ammoniak även sprids i höjded. 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.

#### Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan även spridas i höjded efter inblandning av luft i gasmolnet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak.

*Bedömning klass 2.3:* Transporter av giftiga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med giftiga gaser beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 3 – Brandfarliga vätskor**

Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. En pölbrand kan påverka människor genom strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig och inandning av giftiga brandgaser. Påverkan

## Riskutredning

genom värmestrålning förväntas inom avstånd med storleksordningen tiotals meter från olycksplatsen beroende på typ av vätska och mängd som är involverad i olyckan.

*Bedömning klass 3:* Transporter av brandfarliga vätskor är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga vätskor beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen**

Exempel på ämnen inom klass 4 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.

Dessa ämnen transporteras i fast form, därför sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen såsom ferrokisel, vit fosfor m.fl. ska leda till brandrisk krävs 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 klass 4:* Konsekvenserna vid en olycka med ämnen i klass 4 begränsas till närområdet på olycksplatsen och värmestrålningsnivåerna är endast farliga för människor i den absoluta närheten av branden. Olyckor med ämnen i klass 4 beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 5 – Oxiderande ämnen och 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 de 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 säkerställas 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 kylcontainrar eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan hög frigjord energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion. 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 nödtåtgärder då måste sättas in under transporten [11, 12, 13, 14].

*Bedömning klass 5:* Transporter av ämnen i klass 5 är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med dessa ämnen beaktas därför i beräkningarna.

### **Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen**

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på ämnen som tillhör klass 6. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs fysisk kontakt med eller förtäring av dem. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

## Riskutredning

*Bedömning klass 6:* Det krävs fysisk kontakt med eller förtäring av ämnena för att människor ska utsättas för risk. Olyckor med giftiga ämnen och smittsamma ämnen beaktas därför inte i beräkningarna.

### **Klass 7 – Radioaktiva ämnen**

Ämnen som räknas till klass 7 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 klass 7:* Mängden radioaktiva ämnen som transporteras i Sverige är minimalt och transportererna är behäftade med stor säkerhet och ett antal försiktighetsåtgärder, varför sannolikheten för en olycka bedöms som mycket låg. Dessutom är konsekvenserna normalt begränsade till olycksplatsens närområden. Olyckor med radioaktiva ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna.

### **Klass 8 – Frätande ämnen**

Olyckor med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan kring olycksplatsens närområden. Skador uppkommer endast om individer får ämnet på huden.

*Bedömning klass 8:* Konsekvenserna är begränsade till olycksplatsens närområden och det krävs att människor kommer i kontakt med de frätande ämnena för att skadas. Olyckor med frätande ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna. Vissa ämnen i klass 8 kan bilda giftiga gaser (exempelvis fluorvätesyra). Det finns inget som tyder på att sådana ämnen skulle utgöra en större del av transportererna av klass 8 utmed aktuell sträcka, därför antas att dessa ämnen omfattas av olycksscenario med klass 2.3.

### **Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål**

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. I samband med en olycka förväntas ingen spridning av dessa ämnen och föremål.

*Bedömning klass 9:* Konsekvenserna är begränsade kring olycksplatsens närområden. Olyckor med övriga farliga ämnen och föremål beaktas därmed inte i beräkningarna.

## 5.3 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenarier bör beaktas i riskanalysen:

- Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion och BLEVE
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand

I beräkningsbilaga redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarier.

## Riskutredning

### 6 Riskanalys

I det här avsnittet presenteras riskanalysens resultat. Resultaten gäller för prognosår 2050 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

#### 6.1 Förutsättningar för beräkningar

Konsekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [5]. Förutsättningar som behöver ansättas i Riskcurves är bland annat personbelastning. För frekvensberäkningarna är det trafikmängd och fördelning av farligt gods som utgör viktiga indata. Indata kring personbelastning, trafikmängd och fördelning av farligt gods beskrivs översiktligt i detta avsnitt. Även vindförhållanden tas i beaktning och i aktuellt fall används data från mätstation Ängelholm-Barkåkra Flygplats använts då det är den närmaste aktiva väderstationen. Djupare beskrivning av dessa och övriga indata och antaganden beskrivs i detalj i beräkningsbilaga till denna rapport.

##### 6.1.1 Trafikuppgifter

Prognostiserade trafikuppgifter för den Riksväg 13 år 2050 som används i beräkningarna presenteras i Tabell 6-1. Trafiksiffrorna gäller den totala trafikmängden för båda riktningar och beskrivs som årsdygnstrafik (ÅDT)<sup>7</sup>.

Trafikuppgifter om ÅDT total respektive tung trafik hämtas från Trafikverkets nationella vägdatatabas [7]. För att beräkna förväntad ÅDT för 2050 tillämpas Trafikverkets trafikuppräkningsstal [15]. Beräkningarna utgår från att andelen farligt gods utgör 4% av all tung trafik. Se beräkningsbilagan för detaljerad information om framtagande av trafikuppgifter för väg.

Tabell 6-1. Trafikuppgifter för Riksväg 13 år 2050.

Trafiktyp	ÅDT
Total trafik	13 090
Tung trafik	866
Farligt gods	35

##### 6.1.2 Fördelning av farligt gods

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella vägsträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods på väg som används i beräkningarna redovisas i Tabell 6-2. Se beräkningsbilagan för detaljerad information om fördelning av farligt gods på väg.

Tabell 6-2. Fördelning av farligt gods på väg som används i beräkningar.

Klass	Fördelning [%]
1	0,59
2.1	4,94
2.2	15,85
2.3	0,10
3	48,22

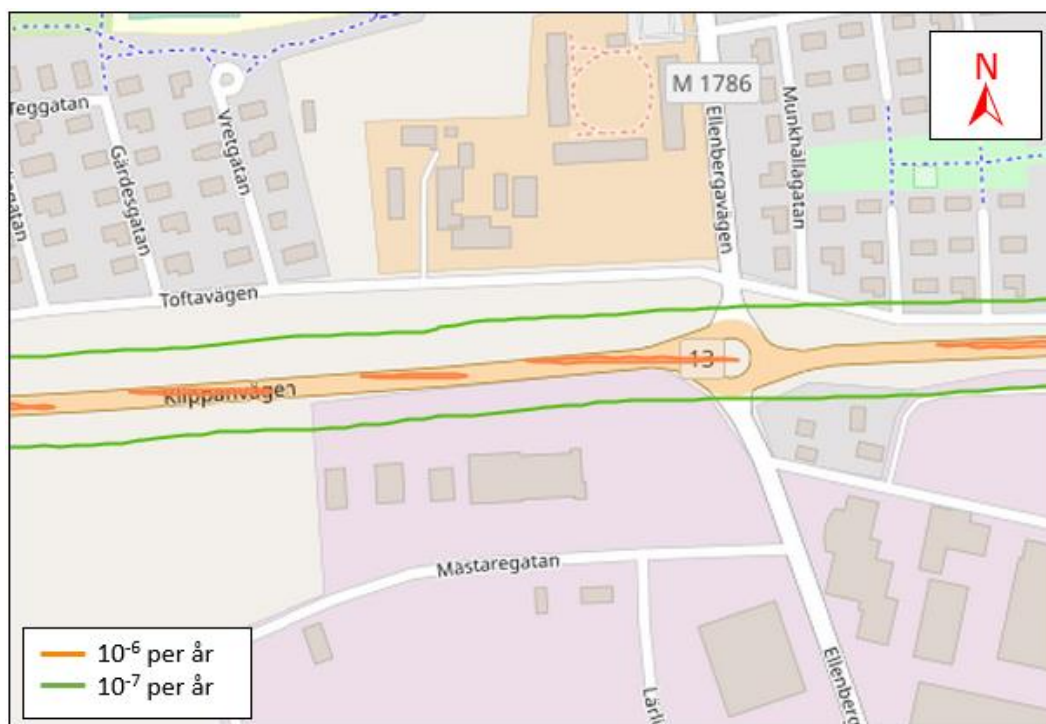
<sup>7</sup> ÅDT är det genomsnittliga trafikflödet per dygn, mätt som fordon per dygn, för ett år.

## Riskutredning

4	2,96
5	3,55
6	5,02
7	0,02
8	14,60
9	4,14
Totalt	100

### 6.2 Individrisk

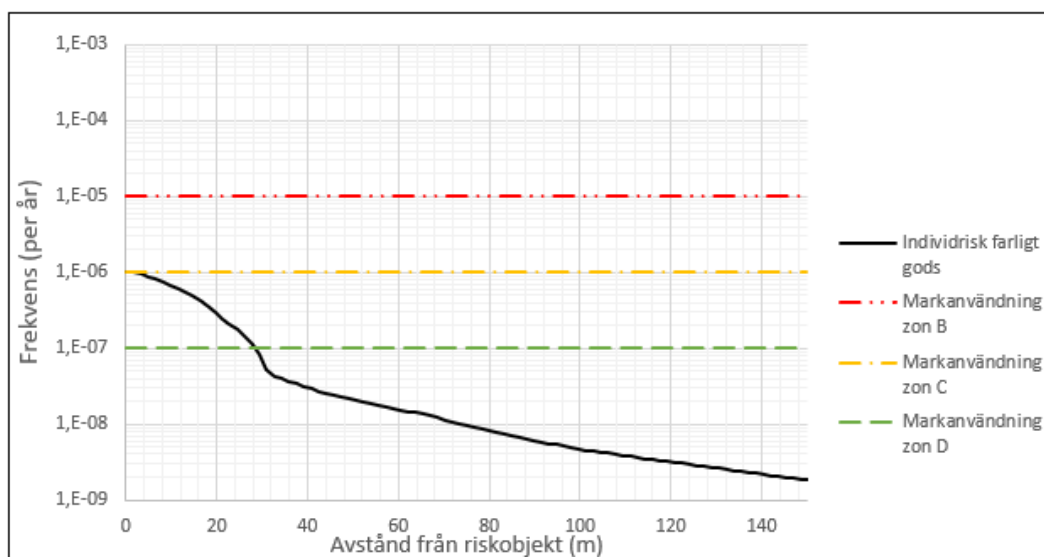
Figur 6-1 visar individriska kopplat till Riksväg 13.



Figur 6-1. Individriska från transport av farligt gods på Riksväg 13. Röd konturkurva motsvarar individriska  $10^{-6}$  och orange konturkurva  $10^{-7}$ .

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av ett riskobjekt. I Figur 6-2 presenteras individriska nivåer på planområdet för olika avstånd från aktuellt riskobjekt.

## Riskutredning



Figur 6-2. Individrisk på olika avstånd från Riksväg 13.

Följande resultat för individrisken för olycka med farlig gods, med avseende på avstånd från riskobjekt till risknivåer, kan utläsas ur Figur 6-2:

- Markanvändning enligt zon B är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon C är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon D är acceptabel på avstånd från Riksväg 13 som är längre än ca 30 meter. Dock är det viktigt att notera att detta resultat endast gäller individrisk. För att markanvändning enligt zon D ska kunna bedömas mot riskkriterierna behöver även samhällsrisik beräknas.

För att få en förståelse för hur riskerna bör hanteras på olika avstånd från riskkällan visas i Tabell 6-3 de fyra scenarion som bidrar mest till individrisken på avstånd som är relevanta för planerad markanvändning. Eftersom markanvändningen är planerad på som minst 47 meters avstånd från vägen är risker som relaterar till pölbränder med brandfarlig vätska inte relevanta.

Tabell 6-3. Huvudsakliga riskbidrag på olika avstånd från Riksväg 13.

Avstånd från Riksväg 13 [m]	Främst bidrag till individrisk
45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stort utsläpp av brandfarlig gas (78,9 %)</li> <li>• BLEVE brandfarlig gas (6,8 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp ammoniak (6,8 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp klor (4,1 %)</li> </ul>
70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stort utsläpp av brandfarlig gas (61,9 %)</li> <li>• BLEVE brandfarlig gas (13,2 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp ammoniak (11,2 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp klor (7,8 %)</li> </ul>
100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BLEVE brandfarlig gas (27,8 %)</li> <li>• Stort utsläpp av brandfarlig gas (22,5 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp ammoniak (20,5 %)</li> <li>• Stort gasutsläpp klor (17,3 %)</li> </ul>

## Riskutredning

### 7 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys

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

#### 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 och andel farligt gods
- fördelning av farligt gods
- konsekvenser för studerade olycksscenarier.

##### 7.1.1 Antal transporter och andel farligt gods

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i antalet transporter. Detta innebär att en procentuell förändring av antalet transporter ger motsvarande variation av resultatet. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med 10 % att olycksfrekvensen, och därmed individrisken, ökar med 10 %.

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

##### 7.1.2 Fördelning av farligt gods

Vad gäller fördelning av farligt gods är sambandet inte lika tydligt, eftersom de olika klasserna med farligt gods medför olika typer av konsekvenser med olika konsekvensavstånd. Generellt kan sägas att en ökning av andelen av en enskild klass av farligt gods innebär en ökning av individrisken på samtliga avstånd inom de konsekvensavstånd som relateras till den specifika klassen av farligt gods. Detta innebär att en ökning av andelen klasser som endast medför korta konsekvensavstånd också endast höjer individrisken på korta avstånd. Om fördelningen förändras så att andelen av en klass av farligt gods med konsekvenser för omgivningen görs på bekostnad av en annan sådan klass kan individrisken på olika avstånd antingen öka eller minska beroende på de olika klassernas möjliga konsekvenser.

##### 7.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier bedöms som relativt stor. Exempelvis gäller att ju större konsekvensområde ett scenario har, desto fler människor kan förväntas skadas eller omkomma. Detta innebär i sin tur ökade individrisknivåer på berörda avstånd.

Aktuella konsekvenser och konsekvensavstånd för de olika scenarierna är beroende av en rad olika parametrar såsom hålstorlek för utsläpp och diverse väderparametrar. Ju större hålstorlek, desto allvarigare konsekvenser kan förväntas. Vid särskilda vindförhållanden (vindriktning och vindhastighet) kan konsekvenserna av ett gasutsläpp bli helt skilda konsekvenserna vid andra vindförhållanden eftersom gaserna sprids i vindens riktning och späds ut i olika utsträckning beroende på vindhastigheten. Även ytråhet, som beskriver topografin i området, kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd för spridning



## Riskutredning

av gaser då det påverkar utspädning av gaser. Parametrar såsom yttertemperatur och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavstånd.

### 7.2 Osäkerhetsanalys

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Den epistemiska osäkerheten handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin elimineras med ytterligare insamling av information. Stokastisk osäkerhet går däremot inte att eliminera och handlar om naturlig variabilitet i exempelvis vindhastigheter och vindriktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framförallt epistemisk osäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa graden av osäkerhet i det underlag som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- antal transporter
- andel och fördelning av farligt gods
- sannolikhet för olycka
- konsekvenser för studerade olycksscenarier.

Det tillvägagångssätt som genomgående används för att möta effekten av osäkerheten i indata är tillämpande av bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller.

#### 7.2.1 Antal transporter

Antalet transporter på sträckan är baserat på stickprovsmätning från år 2022, i enlighet med Trafikverkets nationella vägdatabas. Den aktuella stickprovspunkten och tillhörande data anges ha bra kvalitet. Osäkerheterna kring antalet transporter (ÅDT) på den aktuella transportsträckan bedöms därför vara låga. Att antalet transporter vissa dygn är fler och vissa dygn färre har ingen större betydelse för resultatet eftersom risknivåerna beskriver frekvens per år, snarare än per dygn.

Förändrat antal transporter på den aktuella transportsträckan över tid är svårt att förutspå och innebär osäkerheter för utredningens applicerbarhet för framtida scenarion. I beräkningarna används trafikuppräkningsstal för att ta hänsyn till en framtida ökning av trafiken, vilket innebär att resultatet bedöms applicerbart även för framtida scenarion. Däremot tar beräkningarna inte hänsyn till större förändringar inom området som innebär att trafikmängden ökar avsevärt. Sådana förändringar bedöms vara orimliga att ta hänsyn till och ligger utanför riskutredningens avgränsningar.

#### 7.2.2 Andel och fördelning av farligt gods

Andel och fördelning av farligt gods baseras på nationell statistik från de senaste tio åren. Att använda historiska data i beräkningar för ett framtidsscenario är förknippat med osäkerheter med begränsade möjligheter att analysera och utreda dessa. Genom att använda genomsnitt för statistik från flera år undviks det att enskilda år, vars statistik sticker ut från övriga år, medför ett missvisande underlag till frekvensberäkningarna. Att vissa år sticker ut avseende andel och fördelning av farligt gods har ingen större betydelse för resultatet, givet att ett genomsnitt används, eftersom återkomsttiden för olyckor med farligt gods generellt är flera tiotals år.

## Riskutredning

Att nationell statistik används för en enskild transportsträcka är förenat med vissa osäkerheter eftersom det kan förväntas att andelen och fördelningen av farligt gods på transportsträckan inte stämmer helt överens med det nationella genomsnittet. Om det på vissa sträckor exempelvis transporteras en större andel farligt gods än det nationella genomsnittet finns risk att risknivåer underskattas. Information om mängder av farligt gods på enskilda transportsträckor är, hos Trafikverket, sekretessbelagd information, varför den nationella statistiken bedöms utgöra det bästa tillgängliga underlaget. För att hantera den osäkerhet som användandet av nationell statistik innebär, utgår beräkningarna från en konservativ andel farligt gods. Detta i sin tur innebär att varje klass av farligt gods tilldelas ett större antal transporter än om genomsnittet för andel farligt gods användes rakt av, varför detta även bedöms hantera osäkerheter kring fördelning av klasser av farligt gods.

### 7.2.3 Sannolikhet för olycka

Det finns osäkerheter som kan innebära att sannolikheten för olycka är högre än vad statistiken anger. Exempelvis kan lokala förhållanden innebära en ökad olycksrisk. Generellt finns dock anledning att anta att sannolikheten för olycka kommer minska till följd av utveckling av säkrare fordon och teknik, i enlighet med principen om ständiga förbättringar. Sådan minskning av sannolikhet för olycka tas inte hänsyn till, vilket innebär att framräknade sannolikheter ur detta avseende kan tänkas medföra överskattade risknivåer.

Tillkommande trafik och parkering på planområdet kan medföra en bländningsrisk för trafikanter på Riksväg 13. Detta skulle kunna innebära en ökning av sannolikheten för olycka. Generellt är bländningen som störst vid mötande trafik eller ljus som uppkommer plötsligt. Risken att aktuellt planområde påverkar detta betydande bedöms därför vara låg, även om den inte kan uteslutas. För att hantera dessa osäkerheter anges ett antal möjliga riskreducerande åtgärder avseende detta i avsnitt 8.2.3.

### 7.2.4 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Konsekvenserna för olycksscenarier beror i första hand på val av scenarier för de olika klasserna av farligt gods, för vilka osäkerheter bedöms vara relativt små. Däremot finns vissa osäkerheter kring förekomsten av olika ämnen inom de olika klasserna av farligt gods. Bedömningen är dock att de ämnen som i beräkningarna representerar de olika klasserna innebär allvarligare konsekvenser än majoriteten av de ämnen som transporteras inom respektive klass. Antagandena bedöms alltså vara konservativa och medför troligen en ökning av risken jämfört med den verkliga risken.

Hållstorlek för utsläpp är omöjligt att förutspå. Denna variabilitet hanteras genom att konsekvenser för ett antal olika stora utsläpp, från litet till stort, inkluderas i beräkningarna. Vad gäller väderparametrar hanteras variabiliteten i väderförhållanden genom historiska väderdata vid den väderstation som är belägen närmast området och med liknande förhållanden. Ett konservativt val av ytråhet tillämpas i analysen för att hantera denna osäkerhet.

Det finns även en betydande osäkerhet inför konsekvenser vid antagonistiska händelser då konsekvenserna kan förväntas bli värre än vid en olyckshändelse. I föreliggande riskutredning analyseras inte den typen av konsekvenser då antagonistiska händelser ligger utanför utredningens avgränsningar.

Slutligen bör nämnas att beräkningarna enbart inkluderar konsekvenser i form av dödsfall. Detta då de acceptanskriterier som risknivåerna, enligt aktuella riktlinjer, ska jämföras med utgår specifikt från frekvenser för dödsfall. Det finns inga motsvarande acceptanskriterier för risk för skada. Detta kan bero på att det finns svårigheter med att beräkna risken för

## Riskutredning

skada och definiera skadenivåer, eftersom det finns en stor variation i hur en skada kan uttrycka sig. Detta innebär dock inte att risken att skadas i samband med en olycka med farligt gods bortses från. Om det finns en risk att omkomma på grund av en olycka med farligt gods är det underförstått att det även finns en risk att skadas, vilken kan antas korrelera ungefärligt med risken att omkomma. Sammantaget innebär detta att risken att skadas bedöms innefattas i den analys och värdering som görs för risken att omkomma.

## Riskutredning

### 8 Riskvärdering och riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt presenteras riskvärdering samt förslag och beskrivning av ytterligare riskreducerande åtgärder.

#### 8.1 Riskvärdering

Riskvärderingen som presenteras i detta avsnitt utgår från resultat presenterade i avsnitt 6 avseende individrisk:

- Markanvändning enligt zon B (industri, verksamheter och laddning av elfordon) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon C (detaljhandel och kontor i ett plan) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon D (ej relevant i aktuell detaljplan) är acceptabel på avstånd från Riksväg 13 som är längre än ca 30 meter. Dock är det viktigt att notera att detta endast gäller individrisk. För att markanvändning enligt zon D ska kunna bedömas mot riskkriterierna behöver även samhällsrisk beräknas.

#### 8.2 Riskreducerande åtgärder

En acceptabel risk innebär att risken kan accepteras utan krav på riskreducerande åtgärder. Utifrån planerad markanvändning och beräknade individrisknivåer kan det konstateras att den planerade markanvändningen kan planläggas utan krav på riskreducerande åtgärder.

I enlighet med rimlighetsprincipen bör dock riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt implementeras även om risken är acceptabel.

Nedan presenteras riskreducerande åtgärder som utifrån risknivåerna inte kan krävas men som rekommenderas utifrån möjliga olycksscenario. De riskreducerande åtgärdernas potentiella effekt beskrivs och på vilka avstånd de huvudsakligen bör övervägas. Riskreducerande åtgärder som presenteras är sådana som bedöms reducera risknivån på ett effektivt sätt på avstånd som är 47 meter som minst, med hänsyn till befintlig prickmark.

##### 8.2.1 Utrymningsvägar och entréer

Vid en olyckshändelse är det av vikt att det finns utrymningsvägar som möjliggör för en säker utrymning. Detta innebär att det i byggnader i anslutning till transportleder för farligt gods bör finnas utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från transportleden. Eftersom personer tenderar att utrymma den väg som de använde för att ta sig in i byggnaden är det fördelaktigt att huvudentréer om möjligt placeras bort från transportleden.

Placering av utrymningsvägar och entréer bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd, i alla fall för nybyggnation. Därför bör ovanstående rekommendationer med avseende på utrymningsvägar och entréer övervägas för nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från vägen.

##### 8.2.2 Ventilation

Ett sätt att reducera risken för människor som befinner sig inomhus vid en eventuell olyckshändelse som involverar spridning av giftiga gaser är att planera ventilationssystem strategiskt. Ventilationssystemet bör planeras på ett sätt så att risken för att gas tränger in

## Riskutredning

i byggnaderna via ventilationssystemet reduceras. Detta kan göras genom att dels placera luftintag antingen på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placera luftintag så att de vetter bort från transportleden. Ett förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna. För bebyggelse där ett större antal människor vistas, exempelvis skola och kontor, kan det dessutom vara lämpligt att möjliggöra central avstängning av ventilation.

Strategisk planering av ventilationssystem bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd, i alla fall för nybyggnation. Därför bör ovanstående rekommendationer med avseende på ventilationssystem övervägas för nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från vägen.

### 8.2.3 Åtgärder avseende osäkerheter kring bländningsrisker

I enlighet med osäkerhetsanalysen avseende sannolikheten för olyckor på Riksväg 13 kan tillkommande trafik och parkering på planområdet kan medföra en bländningsrisk för trafikanter på Riksväg 13, även om risken bedöms som låg.

Enligt Trafikverket [16] får intilliggande väg inte medföra risk för bländning eller missledande visuell ledning. Detta kan vara bra att ha i åtanke vid vidare planering av planområdet. Följande åtgärder kan vara aktuella att överväga.

- Topografi kan anpassas så att bländningsrisken minskar.
- Gatubelysning kan användas för att "plötslig" bländning ska undvikas.
- Bländningsskärm kan upprättas för att minska bländningsrisk.

## Riskutredning

### 9 Slutsatser

Riskutredningens resultat med avseende på individrisk innebär att:

- Markanvändning enligt zon B (industri, verksamheter och laddning av elfordon) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon C (detaljhandel och kontor i ett plan) är acceptabel på samtliga avstånd från Riksväg 13.
- Markanvändning enligt zon D (ej relevant i aktuell detaljplan) är acceptabel på avstånd från Riksväg 13 som är längre än ca 30 meter. Dock är det viktigt att notera att detta endast gäller individrisk. För att markanvändning enligt zon D ska kunna bedömas mot riskkriterierna behöver även samhällsrisk beräknas.

Riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt bör övervägas även om risken är acceptabel.

Följande riskreducerande åtgärder bör övervägas men utgör inte ett krav för föreslagen etablering:

- **Utrymningsvägar och entréer**  
Nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från Riksväg 13 bör planeras på ett sätt så att utrymningsvägar möjliggör utrymning bort från vägen och huvudsakliga entréer är placerade bort från vägen. Skyddsavstånden gäller både befintlig bebyggelse och eventuell nybyggnation.
- **Ventilation**  
Nybyggnation som ingår i första raden av bebyggelse från Riksväg 13 bör planeras på ett sätt så att luftintag dels placeras på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placeras så att de vetter bort från Riksväg 13.
- **Åtgärder avseende osäkerheter kring bländningsrisker**  
Åtgärder inom planområdet avsedda att minska bländningsrisken på Riksväg 13 bör övervägas, exempelvis anpassad topografi, gatubelysning eller bländningsskärm.

Givet att etablering i samband med utveckling av fastigheten Skiftnyckeln 1 följer beskrivning och att rekommenderade åtgärder övervägs i samband med nybyggnation, bedöms risken som acceptabel.

# Riskutredning

## Referenser

- [1] Länsstyrelsen i Skåne län, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods, 2007.
- [2] Det Norske Veritas (DNV) , "Värdering av risk," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [3] Transportstyrelsen, *Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana*, 2016.
- [4] TNO Riskcurves, RISKCURVES 12.0.1.
- [5] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book", " 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [6] Ängelholms kommun, *Offertförfrågan enligt ramavtal tekniska konsulter, Vibration och risk - 2021, Delområde 3 - Riskutredning KS 2021/147, underlag till detaljplan för Skiftnyckeln 1, Ängelholms kommun, 2023.*
- [7] Trafikverket, "NVDB på webb," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [8] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [9] MSB, "MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019," 2018.
- [10] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [11] PLASTICS, "Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices," Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.
- [12] MSB, "Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen," 2014.
- [13] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [14] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [15] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal (Ärendenummer TRV 2017/111007)," 2023-04-01.
- [16] Trafikverket, "Krav - VGU, Vägars och gators utformning (2022:001)," Trafikverket, 2022.

## Riskutredning



## Beräkningsbilaga

Kund  
Ängelholms kommun

# Beräkningsbilaga till Riskutredning för Skiftnyckeln 1

Uppdragsledare och handläggare: Tove Raquette  
Intern kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

## Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2023-11-14	Första utgivna version.	Tove Raquette

# Beräkningsbilaga

## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
1.1	Kvantitativa riskmått.....	3
2	Väderdata .....	4
2.1	Vindhastighet .....	4
2.1.1	Stabilitetsklass.....	5
2.2	Vindriktning .....	6
3	Olycka med farligt gods.....	8
3.1	Trafikmängd.....	8
3.2	Fördelning av farligt gods.....	9
3.2.1	Väg.....	9
3.3	Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods .....	10
3.3.1	Väg.....	10
3.3.2	Olycksscenario .....	12
3.3.3	Summering av frekvensberäkningar .....	23
3.4	Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods .....	25
3.4.1	Generella sårbarhetsparametrar .....	25
3.4.2	Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål .....	25
3.4.3	Klass 2.1 – Brandfarliga gaser.....	28
3.4.4	Klass 2.3 – Giftiga gaser.....	29
3.4.5	Klass 3 – Brandfarliga vätskor .....	30
3.4.6	Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider.....	31
	Referenser .....	32

# Beräkningsbilaga

## 1 Inledning

Den här beräkningsbilagan beskriver förutsättningar och indata för den kvantitativa analysen vars resultat beskrivs i följande dokument:

- Riskutredning för Skiftnyckeln 1, 2023-11-14

Beräkningsbilagan omfattar följande områden:

- Väderdata
- Olycka med farligt gods

### 1.1 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmått benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

Individrisken ( $IR$ ) i en given koordinat  $(x,y)$  beräknas enligt:

$$IR_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n IR_{(x,y),i}$$

$$IR_{(x,y),i} = f_i * p_i$$

Där  $f_i$  är frekvensen för sluthändelsen  $i$ . Sannolikheten för studerad konsekvens, vilket är dödsfall i den här utredningen och antas till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen, representeras av  $p_i$ . Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

## Beräkningsbilaga

### 2 Väderdata

Den närmaste mätstationen tillhörande SMHI i förhållande till planområdet benämns Ängelholm-Barkåkra Flygplats. Avståndet mellan mätstationen och planområdet är cirka 8 km. Figur 2-1 visar placeringen av mätstationen i förhållande till planområdet. Data från mätstationen avseende vindhastighet och vindriktning mellan 2008 och 2023 är hämtat från SMHIs öppna databas [1].

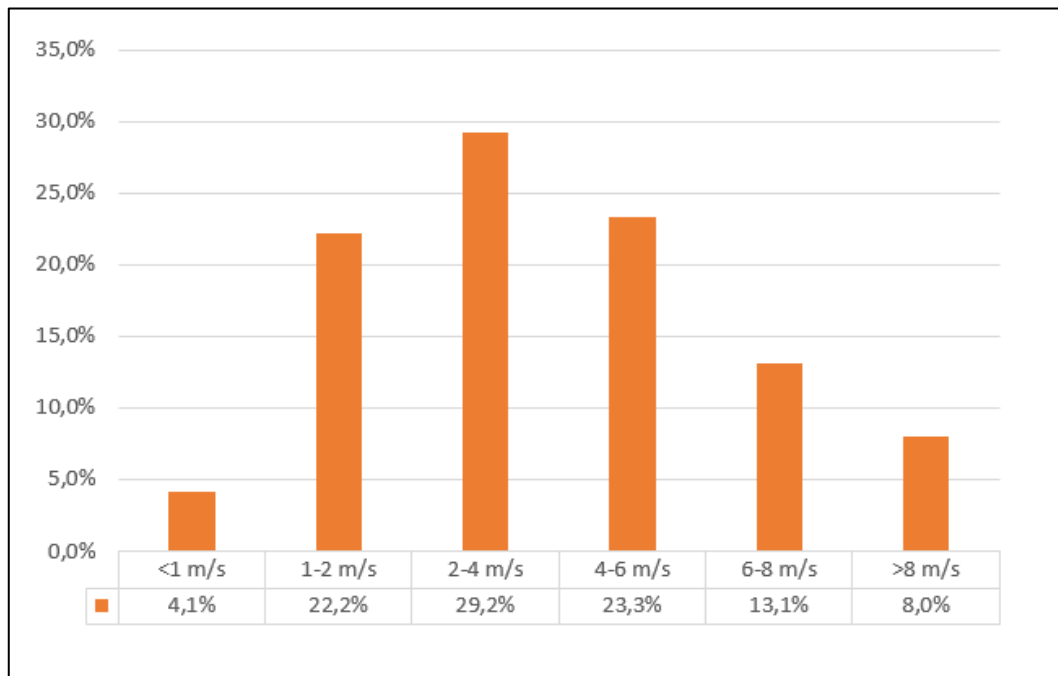


Figur 2-1. Placering av planområdet och mätstationen Ängelholm-Barkåkra Flygplats.

#### 2.1 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningsberäkningar i samband med utsläpp av gas. Vid låga vindhastigheter erhålls högre koncentrationer av gas i olyckans närhet. I Figur 2-2 visas fördelningen av vindhastighet vid mätstationen Ängelholm-Barkåkra Flygplats från ovan nämnda data. Medelvärdet under den aktuella perioden var 4,4 m/s och vindstilla förhållanden uppmättes under cirka 4 % av tiden.

## Beräkningsbilaga



Figur 2-2. Fördelning av vindhastighet vid mätstationen Ängelholm-Barkåkra Flygplats, 2008 – 2023.

### 2.1.1 Stabilitetsklass

I beräkningsmodellen används Pasquills stabilitetsklasser som beskriver turbulensen i luftmassan närmast jordens yta, dvs. hur stabil eller instabil luftmassan närmast jordens yta är. Turbulensen beror främst på mängden solinstrålning. Vid högre nivåer av solinstrålning värms luften närmast marken upp och rör sig därmed uppåt vilket medför turbulens i luftmassan. Därför är luften generellt stabil under natten då det inte finns någon solinstrålning.

Stabiliteten av luftmassan har stor påverkan för hur ett utsläpp av gas sprids i luften. En mer stabil luftmassa medför mindre omfattande omblandning och därmed mindre omfattande utspädning av den utsläppta gasen. Detta innebär att högre koncentrationer av gas erhålls på längre avstånd från utsläppet vid stabila förhållanden jämfört med instabila förhållanden. Pasquills stabilitetsklasser beskrivs i Tabell 2-1.

## Beräkningsbilaga

Tabell 2-1. Beskrivning av Pasquills stabilitetsklasser [2, 3].

Turbulens	Beskrivning, väderförhållande	Pasquills stabilitetsklass	Ungefärliga vindhastigheter [m/s]
Instabil	Måttligt till mycket solinstrålning, dvs. soligt molnfritt väder, där solen står högt på himlen, (vinkel 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, dvs. molnig väderlek och/eller klar väderlek där solen står lågt på himlen (vinkel mellan 15 och 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 vindhastighet och stabilitetsklasser används tre olika kombinationer av dessa parametrar:

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

De valda väderscenerierna bedöms som representativa och rimligt konservativa. Fördelningen mellan de olika väderscenerierna för såväl dagtid som nattetid har uppskattats baserat på data avseende vindhastighet från mätstationen Ängelholm-Barkåkra Flygplats och presenteras i Tabell 2-2.

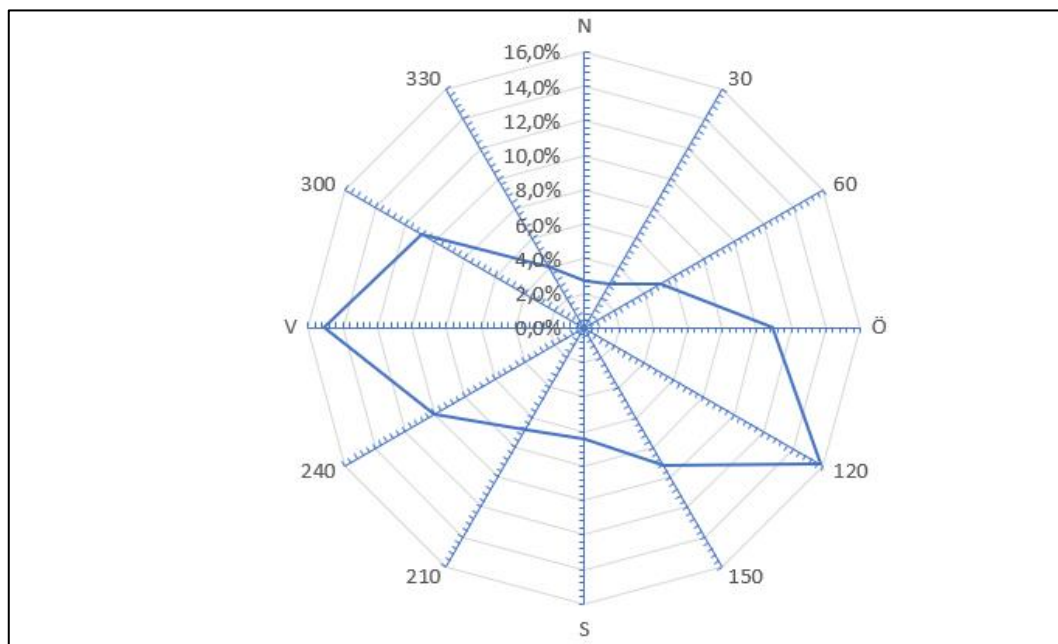
Tabell 2-2. Fördelning av väderförhållanden under dagtid och nattetid.

Väderförhållande	Dag [%]	Natt [%]
2F	5	10
2D	35	30
5D	60	60
Summa	100	100

## 2.2 Vindriktning

Vindriktningen anges generellt i det väderstreck som det blåser från och inverkar vid spridning av gaser genom att sprida gaserna bort från det väderstreck som det blåser från. I Figur 2-3 visas fördelningen av vindriktning vid mätstationen Ängelholm-Barkåkra Flygplats från ovan nämnda data. Figur 2-3 visar att den mest förekommande vindriktningen är västlig och sydöstlig.

## Beräkningsbilaga



Figur 2-3. Fördelning av vindriktning vid mätstation Ängelholm-Barkåkra Flygplats, 2008 – 2023.

## Beräkningsbilaga

### 3 Olycka med farligt gods

Följande olycksscenarier som involverar transport av farligt gods utreds i riskutredningen:

- olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
- olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion och BLEVE
- olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
- olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
- olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand.

#### 3.1 Trafikmängd

Grundläggande för beräkning av risk med transport av farligt gods är trafikmängden. Nedan presenteras trafikmängd och hur denna tas fram för väg.

ÅDT för den totala samt tunga trafiken erhålls från Trafikverkets Nationella vägdatabas [4]. Erhållna data avser 2022 och räknas upp till prognosår 2050.

För att beräkna förväntad ÅDT för 2050 tillämpas Trafikverkets trafikuppräkningsstal [5]. Trafikuppräkningsstalen anges för såväl lastbil som personbil och presenteras för Skåne i Tabell 3-1. Ökningen mellan 2017 och 2040 respektive 2040 och 2065 antas vara linjär. Baserat på trafikuppräkningsstalen beräknas trafikuppräkningskvoten mellan 2022 och 2050 och presenteras i Tabell 3-1. Kvoten för lastbil appliceras på ÅDT för tung trafik medan trafikuppräkningsstal för personbil appliceras på ÅDT för total trafik exklusive ÅDT för tung trafik.

Tabell 3-1. Trafikuppräkningsstal för Skåne.

Trafikuppräkningsstal	Personbil	Lastbil
Prognos 2017-2040 (kvot)	1,37	1,48
Prognos 2017-2065 (kvot)	1,65	2,04
Trafikuppräkningskvot 2022-2050	1,37	1,54

I statistik från Trafikanalys presenteras ett antal olika parametrar som kan användas för att beräkna hur stor andel av alla godstransporter som utgörs av farligt gods, däribland totalt antal körda kilometer. Mellan 2013 och 2022 utgjorde inrikes transporter av farligt gods i snitt 2,46% av totalt antal körda kilometer på väg [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Beräkningarna utgår konservativt från att andelen ÅDT för farligt gods utgör 4% av ÅDT för tung trafik. ÅDT för farligt gods antas utgöra 4% av ÅDT för tung trafik för såväl 2022 som 2050.

Trafikuppgifter för 2022 och 2050 på den aktuella vägsträckan, baserade på ovan antaganden och beräkningar, sammanfattas i Tabell 3-2.

Tabell 3-2. Trafikuppgifter för 2022 och 2050.

ÅDT	2022	2050
Total trafik	9 473	13 090
Tung trafik	561	866
Farligt gods	22	35



## Beräkningsbilaga

### 3.2 Fördelning av farligt gods

Det här avsnittet redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg. Farligt gods delas generellt in i följande klasser:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 – Gaser
  - Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
  - Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
  - Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen
  - Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
  - Klass 4.2 – Självantändande ämnen
  - Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider
  - Klass 5.1 – Oxiderande ämnen
  - Klass 5.2 – Organiska peroxider
- Klass 6 – Giftiga och smittförande ämnen
  - Klass 6.1 – Giftiga ämnen
  - Klass 6.2 – Smittförande ämnen
- Klass 7 – Radioaktiva ämnen
- Klass 8 – Frätande ämnen
- Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

I riskutredningen för projektet beskrivs olycksscenario vid olycka med farligt gods för de ovan nämnda klasserna av farligt gods. Baserat på beskrivningen beaktas följande klasser av farligt gods i beräkningarna:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

#### 3.2.1 Väg

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella vägsträckan uppskattas utifrån Trafikanalys nationella statistik över svenskregistrerade transporter mellan 2013 och 2022. Tabell 3-3 visar den genomsnittliga fördelningen av olika klasser av farligt gods utifrån antal transporter, godsmängd och transportarbete. Tabell 3-3 visar dessutom medelvärdet av den genomsnittliga fördelningen baserat på antal transporter, godsmängd och transportarbete.

Tabell 3-3. Fördelning av farligt gods på väg mellan 2013 och 2022 baserat på information från Trafikanalys [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Klass	Antal transporter [%]	Godsmängd [%]	Transportarbete [%]	Medelvärde [%] (används i beräkningar)
1	1,01	0,39	0,37	0,59
2	23,45	15,83	23,39	20,89*
3	46,68	53,08	44,89	48,22

## Beräkningsbilaga

4.1	0,26	0,15	0,10	0,17
4.2	0,96	0,32	0,57	0,62
4.3	1,51	2,47	2,54	2,17
5.1	3,48	3,37	3,78	3,54
5.2	0,02	0,01	0,00	0,01
6.1	4,74	4,65	4,61	4,67
6.2	0,80	0,12	0,16	0,36
7	0,03	0,01	0,03	0,02
8	13,03	15,04	15,73	14,60
9	4,03	4,57	3,81	4,14
Totalt	100,00	100,00	100,00	100,00

\*Delas upp i klass 2.1, 2.2 och 2.3, se Tabell 3-4.

Beräkningarna i den här riskutredningen utgår från medelvärden som presenteras i Tabell 3-3. Underklasserna till klass 4, klass 5 och klass 6 behandlas gemensamt. Tabell 3-3 redovisar inte statistik för underklasserna av klass 2. Klass 2 utgörs av gaser och består av följande underklasser:

- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser

Beroende på vilken typ av gas som är involverad i en olycka så kommer händelseförloppet se olika ut. Därför krävs att det i beräkningar separeras på underklasser inom klass 2. Dåvarande Räddningsverket genomförde en undersökning av transporter av farligt gods i ton på det svenska väg- och järnvägsnätet under september 2006, där klass 2 delas in i underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3 [16]. Fördelningen presenteras i Tabell 3-4. Utifrån detta erhålls en andel av respektive underklass i relation till övriga klasser. För att erhålla konservativa beräkningsunderlag ökas andelen av klass 2.3 på bekostnad av klass 2.2, i enlighet med Tabell 3-4.

Tabell 3-4. Fördelning av klass 2 på underklasserna 2.1, 2.2 och 2.3.

Klass	Andel av klass 2 [%]	Andel av totala antalet FG-transporter [%]	Andel som används i beräkningar
2.1	23,64	4,94	4,94
2.2	76,20	15,92	15,85
2.3	0,16	0,03	0,10
Totalt	100,00	20,89	20,89

### 3.3 Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Följande avsnitt beskriver de modeller som används för frekvensberäkningar för olyckor på aktuella transportleder för farligt gods. Använda modeller är baserade på erkända källor som normalt används i samband med riskutredningar för detaljplaneprocesser.

#### 3.3.1 Väg

I det här avsnittet presenteras modellen som används för frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg. Frekvensberäkningar för olycka med farligt gods gäller för år 2050. Den studerade delen av aktuell vägsträcka är 1 km.

## Beräkningsbilaga

Frekvensberäkningarna för olycka med farligt gods på väg genomförs enligt den så kallade VTI-metoden som presenteras i Räddningsverkets dokument *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* [17]. Metoden analyserar och kvantifierar riskerna med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för olycka med farligt gods på en specifik vägsträcka finns det två alternativ, antingen att använda olycksstatistik för sträckan eller att uppskatta antalet olyckor med hjälp av den så kallade olyckskvoten för vägvägnittet. I denna riskanalys används det senare av dessa alternativ.

Enligt Räddningsverket [17] kan det årliga antalet fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor på en specifik vägsträcka beräknas enligt:

$$F_{olycka\ FG} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2 \cdot X - X^2))$$

Där

- $F_{olycka\ FG}$  = antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år
- $O$  = förväntat antal olyckor med samtliga fordonsslag
- $X$  = andel singelolyckor
- $Y$  = andel transporter skyltade med farligt gods (motsvarar 4% enligt avsnitt 3.1)

Det förväntade antalet olyckor med samtliga fordonsslag beräknas enligt:

$$O = OK \cdot S_{samtliga\ fordonsslag} \cdot 10^{-6}$$

Där

- $OK$  = olyckskvot, förväntat antal olyckor per miljon fordonskilometer
- $S_{samtliga\ fordonsslag}$  = sammanlagt antal fordonskilometer för samtliga fordonsslag

Såväl andelen singelolyckor som olyckskvoten beror på ett antal vägparametrar såsom vägtyp och hastighetsgräns. I Räddningsverkets dokument [17] anges andelen singelolyckor och olyckskvoten för olika kombinationer av bebyggelsemiljö, hastighetsgräns och vägtyp. Dessa parametrar, och tillhörande värde på olyckskvot och andel singelolyckor, för aktuell vägsträcka presenteras i Tabell 3-5.

Tabell 3-5. Indataparametrar för beräkning av trafikolyckor.

Parameter	Värde
Bebyggelsemiljö	Landsbygd
Hastighetsgräns [km/h]	90
Vägtyp	6-11 m bred
Olyckskvot	0,4
Andel singelolyckor	0,45

Sammanlagt antal fordonskilometer för samtliga fordonsslag beräknas enligt:

$$S_{samtliga\ fordonsslag, \text{år}} = \text{ÅDT}_{total} \cdot 365 \cdot l_{vägsträcka}$$

Där

- $S_{samtliga\ fordonsslag, \text{år}}$  = antal fordonskilometer för ett år för samtliga fordonsslag
- $\text{ÅDT}_{total}$  = total årsmedeldygnstrafik för samtliga fordonsslag
- $l_{vägsträcka}$  = den aktuella vägsträckans längd uttryckt i kilometer

## Beräkningsbilaga

Med ovan beräkningar erhålls frekvens för förekomst av fordon skyltat med farligt gods i trafikolyckor och återkomsttid för detta enligt Tabell 3-6.

Tabell 3-6. Frekvens och återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor på aktuell väg.

Parameter	Värde
$F_{Olycka\ FG}$ (antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor per år)	7,83E-03
Återkomsttid för förekomst av fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor (år)	128

För att beräkna frekvensen för en olycka med en viss klass av farligt gods krävs kännedom om andelen transporter som innehåller den aktuella klassen av farligt gods. Avsnitt 3.2.1 redogör för transporter av olika ämnesklasser av farligt gods på väg. För varje enskild klass av farligt gods beräknas frekvensen för olycka enligt:

$$F_{Olycka, Klass\ X} = F_{Olycka\ FG} \cdot A_{Klass\ X}$$

Där

- $F_{Olycka, Klass\ X}$  = Frekvens olycka med farligt gods i Klass X, redovisas i Tabell 3-7
- $F_{Olycka\ FG}$  = förväntat antal olyckor med farligt gods, redovisas i Tabell 3-6
- $A_{Klass\ X}$  = andel transporter av Klass X, redovisas i avsnitt 3.2.1

Frekvensen för olycka med olika klasser av farligt gods redovisas i Tabell 3-7. De ämnesklasser av farligt gods som redovisas i Tabell 3-7 är enbart ämnesklasserna som beaktas i beräkningarna, det vill säga klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5. Detta motsvarar de klasser som utgör risk för människor i omringliggande område och motiveras och beskrivs i huvudrapporten.

Tabell 3-7. Frekvens för olycka på väg med olika klasser av farligt gods.

Olycka med transport innehållande	Frekvens (per år)
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	4,63E-05
Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	3,87E-04
Klass 2.3 – Giftiga gaser	7,83E-06
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	3,77E-03
Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,78E-04

### 3.3.2 Olycksscenario

Olika utfall av en olycka är möjliga beroende på vilken klass av farligt gods som är involverad i olyckan. I detta avsnitt redovisas händelsesträd med möjliga olycksscenario för de klasser av farligt gods som i en olycka kan leda till att personer omkommer. Följande klasser beaktas i enlighet med beskrivningen av olycksscenario vid olycka med farligt gods i riskutredningen:

- Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2.1 – Brandfarliga gaser
- Klass 2.3 – Giftiga gaser
- Klass 3 – Brandfarliga vätskor
- Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Att en olycka innefattar ett fordon skyltat med farligt gods innebär inte nödvändigtvis att det farliga godset involveras i olyckan och sprids utanför tank eller behållare.

## Beräkningsbilaga

Räddningsverket [17] presenterar olika index för olycka med farligt gods, dvs. skattade sannolikheter för att en trafikolycka med ett fordon skyltat med farligt gods på en viss väg resulterar i en olycka där det farliga ämnet kommer ur sin tank eller behållare. Index varierar för olika bebyggelsemiljö, vägtyp och hastighetsgräns och är alltså ett sätt skilja på sannolikheten för läckage i samband med olycka med farligt gods mellan olika vägar.

Index används i beräkningarna på olika vis beroende på vilken klass som beaktas, huvudsakligen för att ta fram sannolikheten för läckage från tank. Utgångspunkten är att de index som Räddningsverket sammanfattar gäller för transporter där det farliga godset inte förvaras under tryck. För transporter där det farliga godset förvaras under tryck kan sannolikheten för utsläpp antas vara 30 gånger längre eftersom krav på dessa tankar är större [17]. För vissa sannolikheter som inte involverar läckage men som kan förväntas vara hastighetsberoende används istället indexkvot, dvs. kvoten mellan index för aktuell vägtyp och den vägtyp som innebär störst index. Indexkvoten beräknas enligt:

$$I_{kvot} = I_{Olycka\ FG} \div I_{Olycka,FG,max}$$

Där

- $I_{kvot}$  = indexkvot
- $I_{Olycka\ FG}$  = index för olycka med farligt gods för aktuell väg, erhålls från [17]
- $I_{Olycka,FG,max}$  = maximalt index för olycka med farligt gods (gäller för motorväg, landsbygd, 110 km/h), erhålls från [17]

Relevanta index för olycka med farligt gods och indexkvot sammanfattas i Tabell 3-8. Hur dessa värden används i beräkningarna beskrivs under respektive klass nedan.

Tabell 3-8. Index för olycka med farligt gods och indexkvot.

Parameter	Värde
Index för olycka med farligt gods, max (gäller för motorväg, landsbygd, 110 km/h)	0,42
Index för olycka med farligt gods för aktuell väg (sannolikhet läckage av farligt gods som <i>inte</i> transporteras under tryck)	0,28
Index för olycka med farligt gods för aktuell väg, dividerat med 30 (sannolikhet läckage av farligt gods som transporteras under tryck)	0,0093
Indexkvot	0,67

### 3.3.2.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 klasser som benämns klass 1.1 – 1.6. Av dessa klasser är det primärt klass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion) som har ett skadeområde som är så pass utbrett att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde. Det antas att samtliga transporter av explosiva ämnen och föremål utgörs av ämnen och föremål som har en risk för massexplosion.

Beroende på fordonsklass kan olika mängder av klass 1.1 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 mängder av massexplosiva varor. Statistikunderlaget för transporter av ämnen i klass 1.1 är begränsat. Det antas att 98% av samtliga transporter sker med 20 kg medan resterande 2% sker med 16 000 kg massexplosiva varor.

Att ett fordon som transporterar explosiva varor är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att en explosion uppstår. Reaktion i det explosiva materialet kan uppstå vid

## Beräkningsbilaga

brand som sprider sig till lasten eller om godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan.

Sannolikheten för en brand i fordonet i samband med en olycka bedöms vara beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg kan sannolikheten för brand förväntas bero på aktuell hastighet, vilken kan variera i stor utsträckning mellan olika vägar. För att ta hänsyn till hastighetens påverkan på sannolikheten används indexkvot, se beskrivning under avsnitt 3.3.2. Största möjliga sannolikhet för antändning antas vara 1% och gälla för motorväg på landsbygd med hastighetsgräns 110 km/h som har högst index för farlig gods enligt Räddningsverket [17]. Detta innebär att sannolikheten för brand i fordon för aktuell vägsträcka beräknas enligt:

$$P_{fordonsbrand} = 0,01 \cdot I_{kvot}$$

Där

- $P_{fordonsbrand}$  = sannolikhet för fordonsbrand vid olycka
- $I_{kvot}$  = indexkvot, se avsnitt 3.3.2

Sannolikheten för att branden sprider sig till lasten är beroende av fordonsklassen som används för transporten. Den högsta transporterade mängden, dvs. 16 000 kg, förutsätter högsta fordonsklass. Utifrån detta antas sannolikheten för att en brand sprider sig till lasten vara 10% för transporter av 16 000 kg explosiva varor och 50% för transporter av 20 kg explosiva varor.

En explosion kan inträffa även om en brand inte uppstår i samband med olyckan. Det kräver att godset utsätts för en mycket kraftig stöt i samband med olyckan. Sannolikheten för en stötinitierad detonation i samband med en olycka är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För en stötinitierad detonation i det explosiva materialet krävs generellt mycket höga kollisionshastigheter. HMSO anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2% [18]. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, beräknas sannolikheten för stötinitierad detonation med hjälp av indexkvot, se beskrivning under avsnitt 3.3.2. Största möjliga sannolikhet för antändning antas vara 0,2% och gälla för motorväg på landsbygd med hastighetsgräns 110 km/h som har högst index för farlig gods enligt Räddningsverket [17]. Detta innebär att sannolikheten för stötinitierad detonation vid olycka på aktuell vägsträcka beräknas enligt:

$$P_{kraftig\ stötinitiering} = 0,002 \cdot I_{kvot}$$

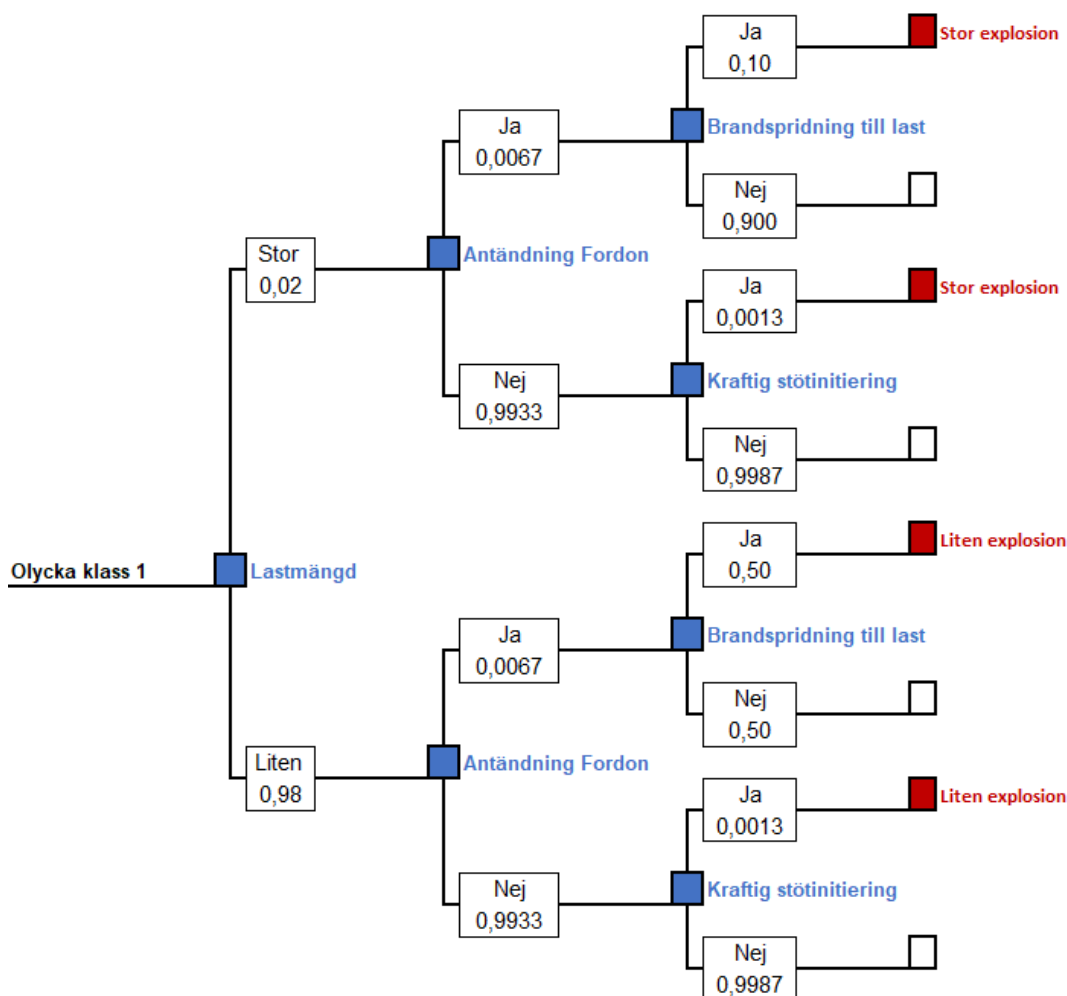
Där

- $P_{kraftig\ stötinitiering}$  = sannolikhet för kraftig stötinitiering vid olycka
- $I_{kvot}$  = indexkvot, se avsnitt 3.3.2

### Händelsetråd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 3-1 som visar händelsetrådet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelsetrådet med de värden som presenteras i Figur 3-1 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

## Beräkningsbilaga



Figur 3-1. Händelsetråd för olycka med explosiva ämnen och föremål.

### 3.3.2.2 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. Det faktum att ett fordon som transporterar brandfarlig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgås det från sannolikheten för läckage av farligt gods som transporteras under tryck, angiven i Tabell 3-8. Räddningsverket [17] anger ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage i sin metod. Därför antas att små läckage och stora läckage utgör 50% vardera.

De skadehändelser som kan uppkomma givet ett läckage av brandfarlig gas är jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

## Beräkningsbilaga

### *Jetbrand*

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en flaska och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i flaskan samt trycket i denna. Sannolikheten för direkt antändning beror på läckagets storlek och ansätts till 10% för litet läckage och 20% för stort läckage [19].

### *Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion*

Om gasen vid ett läckage inte antänds direkt uppstår ett gasmoln av brandfarlig gas. Luftinblandningen i gasmolnet ökar med tiden och avgör huruvida en fördröjd antändning av gasmolnet leder till en gasmolnsbrand eller en gasmolnsexplosion. För att en fördröjd antändning ska ske krävs som regel ett större läckage [19] men konservativt ansätts en sannolikhet för fördröjd antändning även vid mindre läckage. Sannolikheten för fördröjd antändning antas vara 1% för litet läckage och 50% för stort läckage. 60% av de fördröjda antändningarna leder till gasmolnsbrand medan resterande 40% leder till gasmolnsexplosion [2].

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 antänds vid ett senare skede kommer mer luft att ha blandats med den brandfarliga gasen. Antändning kan medföra en gasmolnsexplosion vid vissa koncentrationer av brandfarlig gas samt om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd brännbar gas och luft. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration.

En gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen. För att gasmolnbranden/gasmolnsexplosionen ska ge störst skada inom planområdet krävs att gasmolnet driver mot planområdet. Detta sker när vindriktningen är mot området.

### *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.

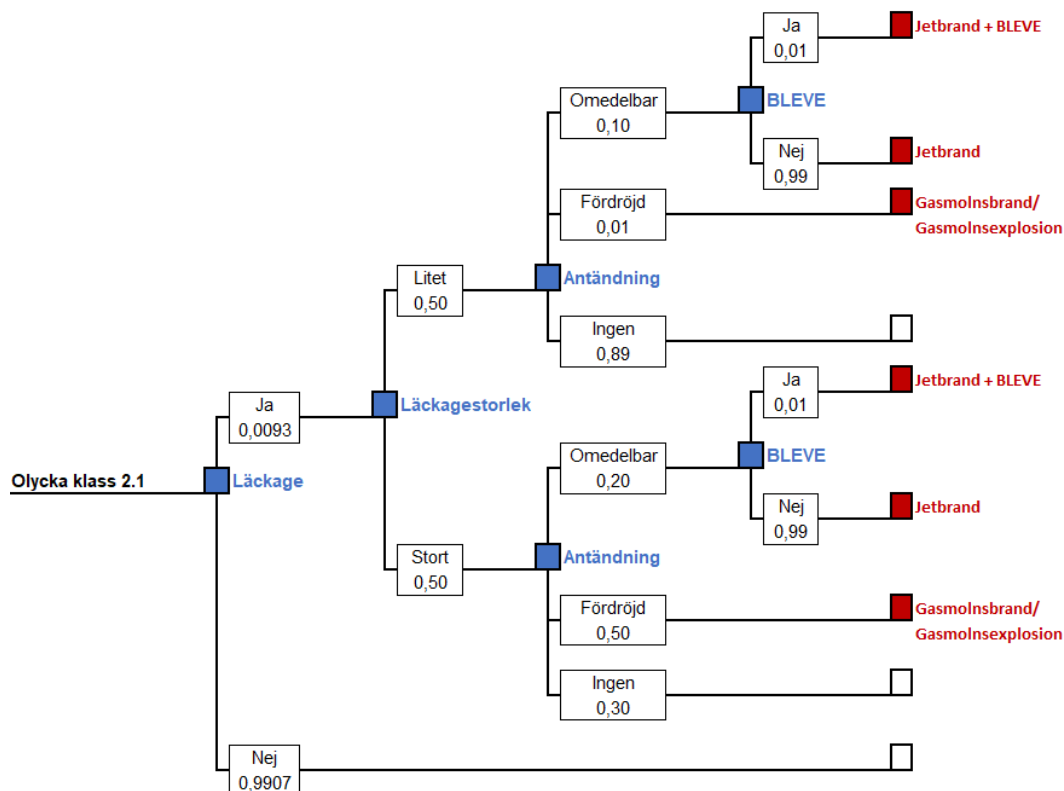
Eftersom gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion är kortvariga händelser bedöms BLEVE inte kunna inträffa i samband med dessa händelser. Däremot är en jetbrand mer långvarig och bedöms därför kunna orsaka BLEVE. Sannolikheten för BLEVE givet en jetbrand antas vara 1%.

### *Händelsetråd*

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 3-2 som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga gaser. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 3-2 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.



## Beräkningsbilaga



Figur 3-2. Händelseträ för olycka med brandfarlig gas.

### 3.3.2.3 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Gaser transporteras generellt under övertryck i tjockväggiga tankar. De giftiga gaserna antas vara ammoniak och klor, vilket bedöms vara en rimlig representation över de giftiga gaser som faktiskt transporteras. Sannolikheten för transport av ammoniak och klor sätts till 80% respektive 20%. Ammoniak representerar gaser som är måttligt giftiga medan klor representerar gaser som är mycket giftiga.

Det faktum att ett fordon som transporterar giftig gas är inblandat i olycka innebär inte nödvändigtvis att ett läckage av gas uppstår. I de flesta fall uppstår inget hål i tanken och därför strömmar inget av innehållet ut. Läckage som trots allt uppstår delas upp i små läckage och stora läckage. Ett litet läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 10 mm medan ett stort läckage antas motsvara en punktering med en hålstorlek på 50 mm.

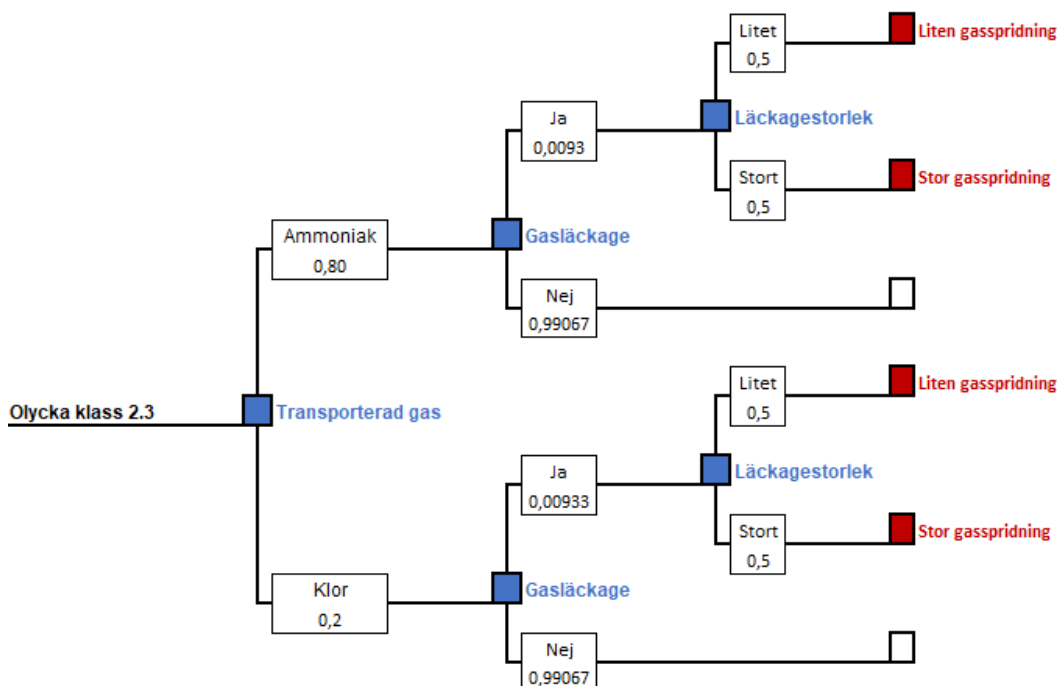
Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgår det från sannolikheten för läckage av farligt gods som transporteras under tryck, angiven i Tabell 3-8. Räddningsverket [17] anger ingen fördelning mellan litet läckage och stort läckage i sin metod. Därför antas att små läckage och stora läckage utgör 50% vardera.

Vid ett läckage av giftig gas har vindhastighet och vindriktning en stor inverkan på spridningen av gasen och därmed konsekvenserna i samband med läckaget. Platsspecifika väderdata presenteras i avsnitt 0 och inkluderas i konsekvensberäkningarna i beräkningsprogrammet Riskcurves [20].

## Beräkningsbilaga

### Händelseträäd

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 3-3 som visar händelseträdet för olyckor med giftiga gaser. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 3-3 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.



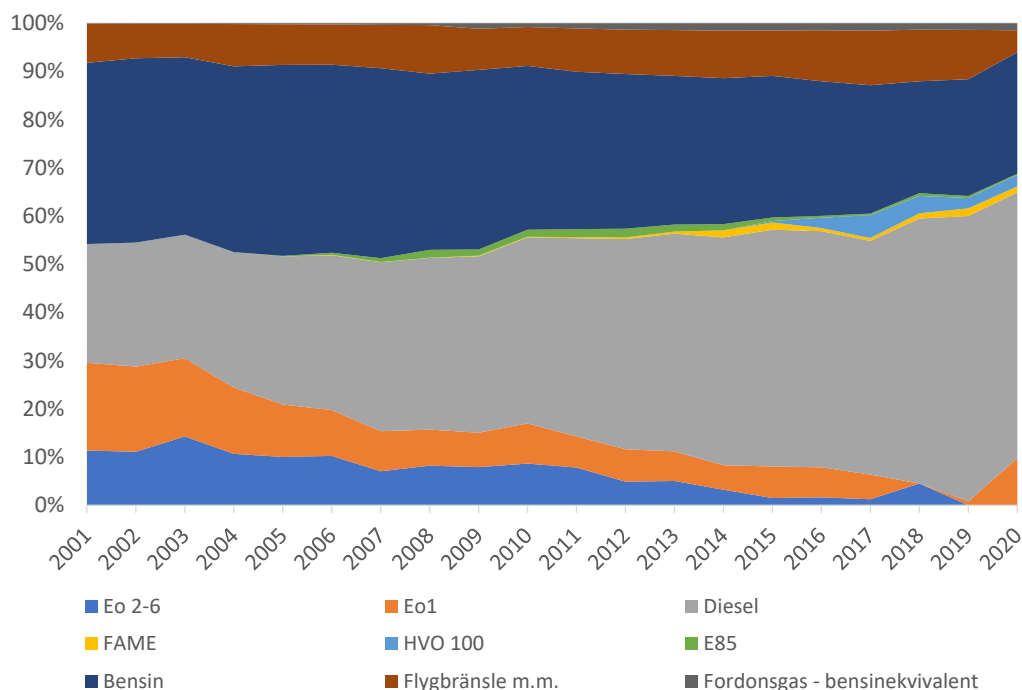
Figur 3-3. Händelseträäd för olycka med läckage av giftig gas.

### 3.3.2.4 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Exempel på brandfarliga vätskor är dels petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin och olika typer av eldningsolja, dels förnyelsebara drivmedel men även andra typer av brandfarliga vätskor såsom lösningsmedel, tändvätskor, parfymer, alkoholhaltiga drycker och liknande.

Den exakta fördelningen mellan drivmedel och andra brandfarliga vätskor är okänd. I brist på underlag antas därför att hela klassen utgörs av drivmedel. Drivkraft Sverige [21] presenterar statistik avseende fördelning av utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken presenteras i Figur 3-4.

## Beräkningsbilaga



Figur 3-4. Fördelning inom drivmedel avseende utleverade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige (exkl. sjötransport utrikes) [21].

Som framgår av Figur 3-4 är diesel det vanligaste transporterade drivmedlet och har på senare tid stått för cirka 50% av samtliga transporterade drivmedel. Därefter följer bensen och flygbränsle som har stått för cirka 30% och cirka 10% av samtliga transporterade drivmedel de senaste åren.

Den stora spridningen av olika typer av drivmedel enligt Figur 3-4 förenklas till att endast bestå av bensen och resterande ämnen (diesel, flygbränsle osv.). Andelen transporter med bensen och resterande ämnen antas vara 40% respektive 60%. Den antagna fördelningen bygger på statistiken som redovisas i Figur 3-4 men har justerats något för att ta höjd för osäkerheter.

Jämfört med statistiken i Figur 3-4 antas en något högre andel transport av bensen, vilket är konservativt eftersom bensen bedöms vara det allvarligaste ämnet med avseende på benägenhet för antändning och konsekvenser i samband med antändning. Bensen har en mycket låg flampunkt vilket ökar sannolikheten för att ångorna kan antändas i händelse av läckage. Diesel och flygbränsle har högre flampunkter och hanteras under sina respektive flampunkter. I den här riskutredningen antas bensen representeras av ämnet pentan medan resterande ämnen representeras av ämnet n-dodekan som hädanefter benämns dodekan.

Sannolikheten för att en tunnväggig tank innehållande brandfarlig vätska skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgår det från sannolikheten för läckage av farligt gods som *inte* transporteras under tryck, angiven i Tabell 3-8.

Läckage med brandfarliga vätskor delas upp i små, medelstora och stora läckage i enlighet med *TNO Purple Book* [2]. Utsläppsvolymer presenteras i Tabell 3-9 tillsammans med pölstorlek och sannolikhet för varje utsläppsvolym. Informationen i Tabell 3-9 är gällande för utsläpp av såväl pentan som dodekan.

## Beräkningsbilaga

Tabell 3-9. Utsläppsvolymer med tillhörande pölstorlekar och sannolikheter givet läckage.

Volym [m <sup>3</sup> ]	Volymen motsvarar	Pölstorlek [m <sup>2</sup> ]	Sannolikhet givet läckage [%]
0,5	Ett mindre läckage	100	25
5	En fackvolym	200	60
30	Hela tankvolymen	350	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.

Olika typer av brandfarliga vätskor har olika benägenhet att antändas. Pentan, bensin och etanol är lättantändliga vätskor medan dodekan, diesel och eldningsolja är svårantändliga vätskor. Sannolikheter för antändning som används i beräkningsprogrammet är i enlighet *TNO Purple Book* med [2] och redovisas i Tabell 3-10.

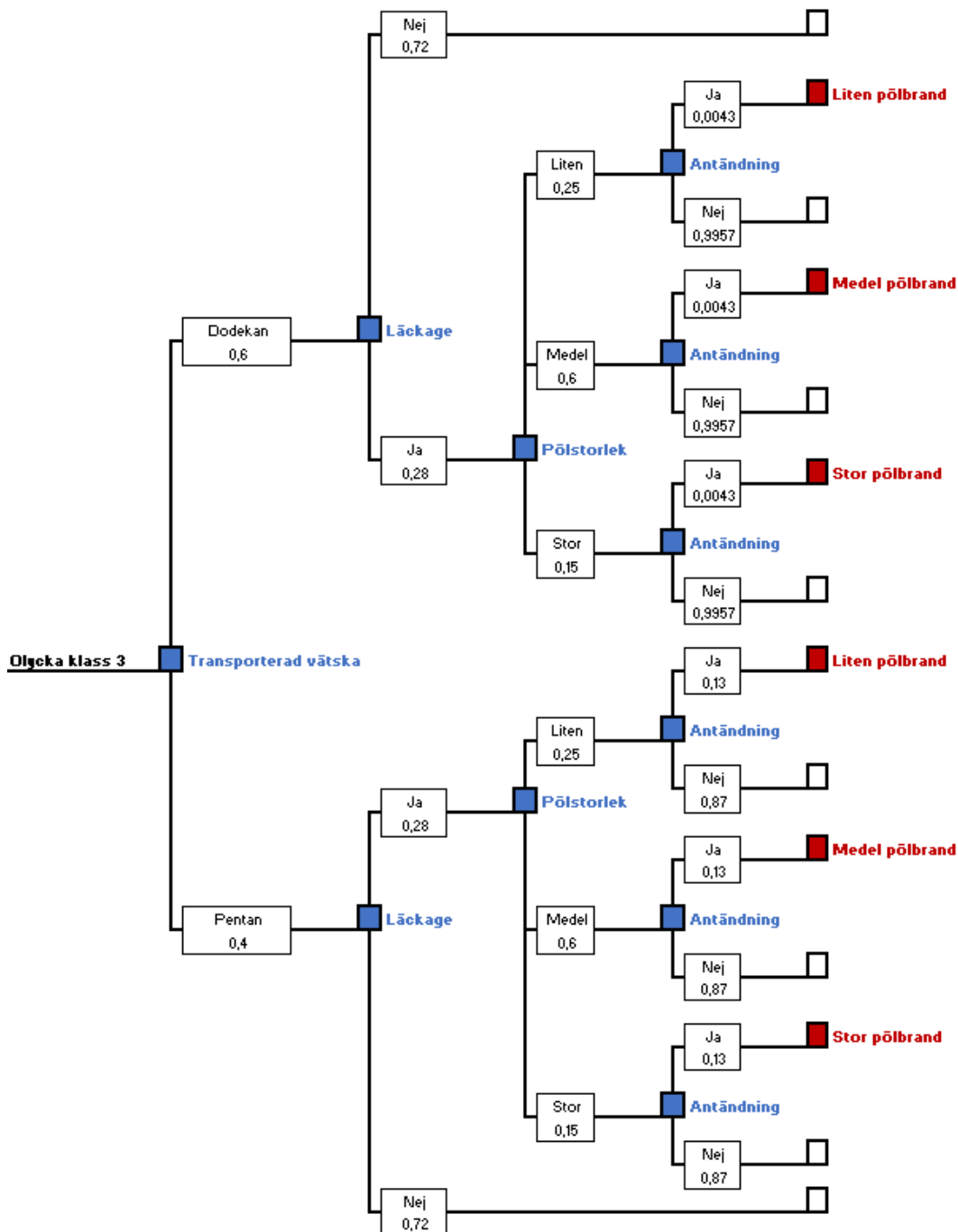
Tabell 3-10. Sannolikhet för antändning av pölbrand [2].

Brandfarlig vätska	Direkt antändning [%]	Fördröjd antändning [%]
Pentan	6,5	6,5
Dodekan	0,43	-

### Händelseträdet

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 3-5 som visar händelseträdet för olyckor med brandfarliga vätskor. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 3-5 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

## Beräkningsbilaga



Figur 3-5. Händelsesträd för olycka med brandfarlig vätska.

### 3.3.2.5 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Klass 5 utgörs av oxiderande ämnen och organiska peroxider. 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, exempelvis fordonets

## Beräkningsbilaga

bränsle, vid olyckan. Det oxiderande ämnet väteperoxid kan sönderfalla i koncentrationer över 20% och detonera vid koncentrationer över 90% [22].

Vissa organiska peroxider kräver kylta förhållanden. För dessa typer av organiska peroxider kan brand- och explosionsförlopp inträffa om kylningen på något sätt fallerar eller att ämnets SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature) överskrider, exempelvis av en extern brand [23].

En erfarenhetsmässig bedömning är att olika koncentrationer av det oxiderande ämnet väteperoxid är den vanligaste typen av ämne inom klass 5.1 och att de organiska peroxiderna (klass 5.2) är mindre vanliga. Det antas därför att transporter av klass 5 enbart utgörs av oxiderande ämnen.

Oxiderande ämnen transporteras under atmosfärstryck i tunnväggiga tankar. Sannolikheten för att tanken skadas och ett läckage uppstår är beroende av fordonets hastighet vid olyckan. För olyckor på väg, där hastigheten kan variera i stor utsträckning, utgås det från sannolikheten för läckage av farligt gods som *inte* transporteras under tryck, angiven i Tabell 3-8.

Olycksförloppet vid läckage av oxiderande ämne beror på om ämnet blandas med organiskt material, exempelvis fordonets bränsle. Om ämnet blandas med organiskt material kan en explosion inträffa. Om ämnet inte blandas med material förväntas ingen explosion men däremot kan en brand uppstå.

Givet ett läckage antas sannolikheten för blandning av det oxiderande ämnet med organiskt material vara 10%. Om det oxiderande ämnet blandas med organiskt material antas sannolikheten för explosion vara 6%. Om det oxiderande ämnet inte blandas med organiskt material antas sannolikheten för brand vara 6%.

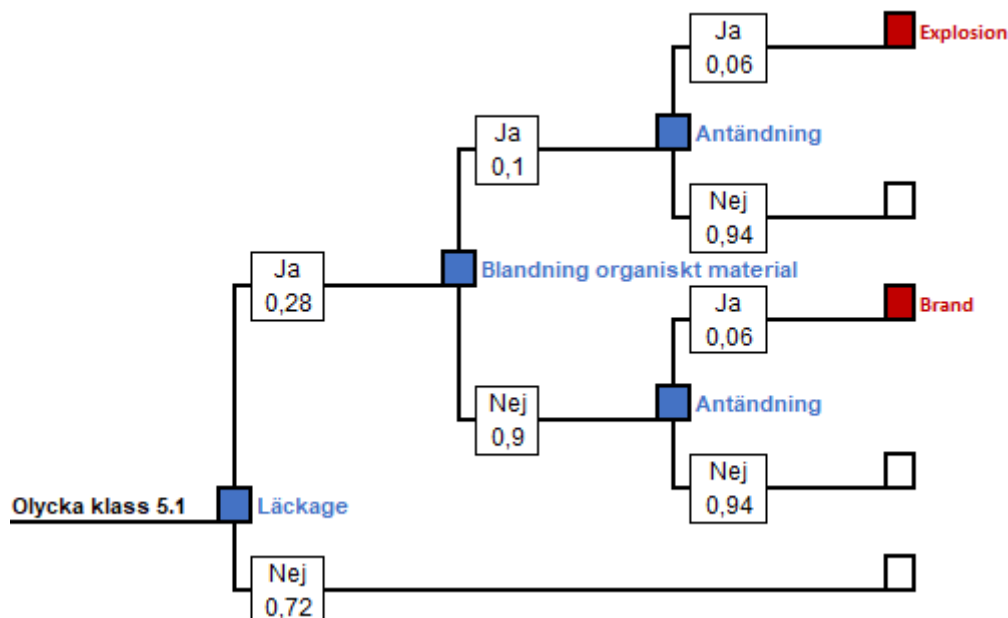
Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.

### *Händelseträäd*

Ovanstående resonemang sammanfattas i Figur 3-6 som visar händelseträdet för olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider. Händelseträdet med de värden som presenteras i Figur 3-6 tillämpas för frekvensberäkningarna för väg.

## Beräkningsbilaga



Figur 3-6. Händelseträd för olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider.

### 3.3.3 Summering av frekvensberäkningar

Nedan presenteras en summering av de frekvens som används som indata till beräkning individ- och samhällrisken.

#### 3.3.3.1 Väg

Slutfrekvenser för olycka med farligt gods på väg redovisas i Tabell 3-11.

Tabell 3-11. Slutfrekvenser för olycka farligt gods på väg.

Klass	Händelse	Frekvens per år
Klass 1	Liten explosion	2,11E-07
	Stor explosion	1,84E-09
Klass 2.1	BLEVE	5,41E-09
	Jetbrand (litet läckage)	1,80E-07
	Jetbrand (stort läckage)	3,61E-07
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (litet läckage)	1,80E-08
	Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion (stort läckage)	9,02E-07
Klass 2.3	Utsläpp, ammoniak (litet läckage)	2,92E-08
	Utsläpp, ammoniak (stort läckage)	2,92E-08
	Utsläpp, klor (litet läckage)	7,31E-09
	Utsläpp, klor (stort läckage)	7,31E-09
Klass 3	Pölbrand, dodekan (litet läckage)	6,82E-07
	Pölbrand, dodekan (medelstort läckage)	1,64E-06
	Pölbrand, dodekan (stort läckage)	4,09E-07
	Pölbrand, pentan (litet läckage)	1,37E-05
	Pölbrand, pentan (medelstort läckage)	3,30E-05

## Beräkningsbilaga

Klass	Händelse	Frekvens per år
	Pölbrand, pentan (stort läckage)	8,24E-06
Klass 5	Explosion <sup>1</sup>	4,67E-07
	Brand <sup>2</sup>	4,21E-06

<sup>1</sup> Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten explosion av explosiva ämnen och föremål. Konsekvenserna för explosionsscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten explosion.

<sup>2</sup> Brandscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för en liten pölbrand av brandfarliga vätskor. Konsekvenserna för brandscenarierna med oxiderande ämnen modelleras därför på samma sätt som konsekvenserna för en liten pölbrand. Brandscenarierna fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan.



## Beräkningsbilaga

### 3.4 Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods

Konsekvensberäkningar för olycka med farligt gods har genomförts i programvaran Riskcurves [20]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Beräkningarna i riskutredningen baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves, dvs. Purple Book [2], Yellow Book [24] och Green book [25]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktøyets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

#### 3.4.1 Generella sårbarhetsparametrar

Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser presenteras i Tabell 3-12. Parametrarna är hämtade från *TNO Green Book* [25] om inget annat anges.

Tabell 3-12. Sårbarhetsparametrar för personer som exponeras för explosion, brand och giftiga gaser.

Parameter	Värde	Kommentar
Explosionsövertryck (dödlighet)	30 kPa	Explosionsövertryck som orsakar 100% dödlighet
Explosionsövertryck (glaskross)	10 kPa	Explosionsövertryck som orsakar glaskross och 2,5% dödlighet inomhus
Gasmolnsbrand (faktor för dödlighet)	1	Inom brännbar koncentration av ett gasmoln
Jetbrand (faktor för dödlighet)	1	Inom jetbrandens utbredning
Värmestrålning (dödlighet)	35 kW/m <sup>2</sup>	Värmestrålningsnivå med 100% dödlighet
Probitfunktion för värmestrålning	$-36,38+2,56 \cdot \ln(q^{4/3} \cdot t)$ [20]	q = värmestrålning i W/m <sup>2</sup> t = exponeringstid i sekunder
Tid för värmeexponering	20 s	Det antas att personer som inte har omkommit inom 20 s har funnit skydd
Skyddsfaktor för värmeexponering (kläder)	0,14	Skyddsfaktor som används för exponering av värmestrålning
Probitfunktion för toxisk exponering för ammoniak	$7,9367+1 \cdot \ln(c^2 \cdot t)$ [20]	c = koncentration t = exponeringstid
Probitfunktion för toxisk exponering för klor	$10,599+0,5 \cdot \ln(c^{2,75} \cdot t)$ [20]	c = koncentration t = exponeringstid
Tid för toxisk exponering	1 800 s	Det antas att personer som inte har omkommit inom 1800 s har funnit skydd
Skyddsfaktor för toxisk exponering (inomhus)	0,1 [2]	Skyddsfaktor för exponering av toxisk koncentration inomhus
Mottagarens höjd över marken	1,5 m	Höjd för beräkning av värmestrålning och toxisk koncentration av gas

#### 3.4.2 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Människor som exponeras för en explosion utsätts för en tryckhöjning som är skadlig över vissa gränsvärden. Konsekvenserna av explosioner representeras av resulterande övertryck

## Beräkningsbilaga

i tryckvågen och den effekt ett sådant övertryck har på personerna som utsätts för tryckvågen.

Skador på människor utgörs i första hand av skador på trumhinnor. Vid mer kraftfulla övertryck påverkas lungor och andra inre organ, vilket kan orsaka dödliga skador. I Tabell 3-13 nedan redovisas uppgifter för skador på människor vid olika tryckskillnader när de exponeras för en explosion utomhus [26].

Tabell 3-13. Gränsvärden för skador på människor vid explosionsövertryck utomhus [26].

Skada	Explosionsövertryck [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

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 3-14. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa medan byggnadsstommar antas kollapsa vid 20 kPa.

Tabell 3-14. Gränsvärden för skador på olika byggnadsverk.

Byggnadsmaterial	Trycktålighet [kPa]
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegelhus och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

För analysen av konsekvenser som omfattar explosiva ämnen och föremål används standardberäkning enligt TNT-ekvivalentmetoden i Yellow book [24]. Det massexplosiva ämnet representeras av TNT och massan TNT räknas om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett hypotetiskt gasmoln. Trycket från explosionen beräknas därefter. Den massa av brännbar gas som motsvarar en bestämd mängd TNT kan erhållas från nedanstående samband:

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

Där

- $m_{gas}$  = ekvivalent massa gas i brännbart gasmoln som bidrar till gasmolnsexplosion [kg]
- $m_{TNT}$  = massa TNT, [kg]
- $\Delta H_d(TNT)$  = förbränningsvärme för TNT, 4,18E+06 J/kg
- $\Delta H_c(metangas)$  = förbränningsvärme för metangas, 5,6E+07 J/kg
- $Y$  = effektivitetsfaktor [-], beror på gasens reaktivitetsgrad och anges till 0.2 i *TNO Yellow Book* [24]

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 3-15. Mängden massexplosiva varor i en transport är antingen 20 kg eller 16 000 kg enligt avsnitt 3.3.2.1.

## Beräkningsbilaga

Tabell 3-15. TNT-ekvivalenter av metan.

Olycksscenario	Massa TNT [kg]	Massa metangas [kg]
Liten explosion	20	7,5
Stor explosion	16 000	5 970

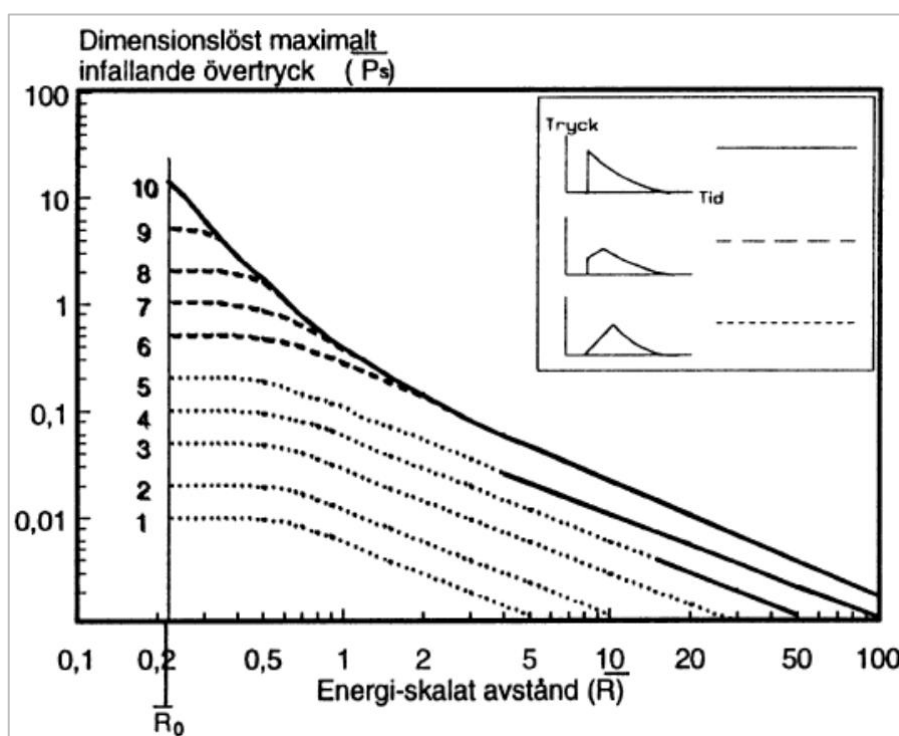
För att kunna bestämma trycket vid olika avstånd från explosionens centrum bestäms ett dimensionslöst avstånd enligt [26]:

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

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 3-7 [26].



Figur 3-7. Maximalt dimensionslöst tryck.

För beräkningarna har den högsta detonationsklassen ur Figur 3-7, dvs. detonationsklass 10, antagits. Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur Figur 3-7 kan explosionsövertrycket bestämmas genom:

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

Där

- $\bar{P}$  = Dimensionslöst tryck [-]
- $P_s$  = Explosionstryck [Pa]

## Beräkningsbilaga

- $P_0$  = Atmosfärstryck [Pa]

Baserat på ovanstående kan explosionsövertrycket på olika avstånd från explosionens centrum bestämmas. Avstånd till explosionsövertrycken 10 kPa och 30 kPa för såväl liten explosion som stor explosion presenteras i Tabell 3-16.

Tabell 3-16. Konsekvensavstånd för explosion.

Olycksscenario	Avstånd [m] till angivet explosionsövertryck	
	10 kPa	30 kPa
Liten explosion	37	17
Stor explosion	341	157

### 3.4.3 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Mängden brandfarlig gas i ett släp antas vara 40 m<sup>3</sup>. För transporter på väg bedöms det vara ett konservativt antagande.

Vidare antas att det är tryckkondenserad propan (gasol) som transporteras eftersom ämnet har en låg brännbarhetsgräns. Det innebär att antändning kan inträffa på ett förhållandevis långt avstånd från olycksplatsen.

Enligt avsnitt 3.3.2.2 gäller följande med avseende på läckage:

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

Dessa hålstorlekar används för modellering av konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln. I tillägg modelleras även BLEVE, vars konsekvenser är oberoende av hålstorlek.

För jetbrand och antänt gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, tiden till antändning samt vindhastighet. Ett utsläpps storlek och konsekvensområde varierar beroende på var i tanken ett läckage inträffar, dvs. om läckaget uppstår där det transporterade ämnet är i vätskefas eller i gasfas. I beräkningarna antas att läckaget sker i vätskefasen eftersom det ger de största konsekvenserna och anses vara det mest troliga i händelse av olycka med brandfarlig gas.

De indata som används i beräkningsprogrammet [20] för att simulera konsekvensområden för jetbrand, antänt gasmoln och BLEVE är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck: 6,2 bar (absolut tryck motsvarande ångtrycket)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 0

Avstånd för relevanta konsekvenser i samband med olyckor med brandfarlig gas presenteras i Tabell 3-17, Tabell 3-18 och Tabell 3-19. Tabell 3-17 och Tabell 3-18 presenterar konsekvenser för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage respektive stort läckage av brandfarlig gas. Konsekvenserna för jetbrand och antänt

## Beräkningsbilaga

gasmoln är beroende av väderförhållanden och presenteras därför för olika väderförhållanden.

Tabell 3-19 presenterar konsekvenserna för BLEVE. Som tidigare nämnt är konsekvenserna för BLEVE oberoende av hålstorlek. Dessutom är konsekvenserna för BLEVE i praktiken oberoende av väderförhållanden och presenteras därför inte för olika väderförhållanden.

Tabell 3-17. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med litet läckage.

Konsekvens	Olycksscenario	Avstånd [m] vid angivet väderförhållande		
		D5	D2	F2
20 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	Jetbrand	24	27	28
35 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	Jetbrand	22	25	26
10 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	20	23	26
30 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	14	15	18
Längsta avstånd till antändbart gasmoln	Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion	14	15	18

Tabell 3-18. Konsekvensavstånd för jetbrand och antänt gasmoln i samband med stort läckage.

Konsekvens	Olycksscenario	Avstånd [m] vid angivet väderförhållande		
		D5	D2	F2
20 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	Jetbrand	97	110	113
35 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	Jetbrand	89	102	105
10 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	100	124	158
30 kPa övertryck	Gasmolnsexplosion	68	83	111
Längsta avstånd till antändbart gasmoln	Gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion	77	93	138

Tabell 3-19. Konsekvensavstånd för olycksscenario BLEVE.

Konsekvens	Avstånd [m]
20 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	206
35 kW/m <sup>2</sup> värmestrålning	126

### 3.4.4 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Enligt avsnitt 3.3.2.3 antas transporter av giftiga gaser innehålla antingen ammoniak eller klor. Mängden giftig gas i ett släp antas vara 40 m<sup>3</sup>. För transporter på väg bedöms det vara ett konservativt antagande.

Spridningssimuleringar har genomförts för måttligt giftiga gaser (representerat av ammoniak) och mycket giftiga gaser (representerat av klor). Väderförhållandena som råder vid tiden för utsläppet påverkar konsekvenserna i stor utsträckning. Platsspecifika väderdata som presenteras i avsnitt 0 har tillämpats i beräkningsprogrammet [20]. Påverkan för människor som befinner sig inomhus bedöms reduceras med en faktor tio jämfört med människor som befinner sig utomhus, enligt vad som anges i Purple Book [2].

Enligt avsnitt 3.3.2.3 gäller följande med avseende på läckage:

## Beräkningsbilaga

- Litet läckage – punktering med hålstorlek 10 mm
- Stort läckage – punktering med hålstorlek 50 mm

De indata som används i beräkningsprogrammet [20] för att simulera konsekvensområden för läckage av giftig gas är:

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck klor: 10 bar (absolut tryck)
- Lagringstryck ammoniak: 10 bar (absolut tryck)
- Utströmningkoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m
- Tankfyllnadsgrad: 80%
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83%
- Molnighet: 75% (halvklart till molnigt)
- Väderparametrar: Enligt avsnitt 0

För att redovisa konsekvensområdets utbredning används Acute Exposure Guideline Level (AEGL). Nivåerna AEGL-1, AEGL-2 och AEGL-3 avser exponeringsnivåer av luftburna partiklar där en individ (inklusive känsliga individer) kan uppleva besvär, få irreversibla hälsoeffekter respektive drabbas av livshotande skador samt död. AEGL-3 utgör den nivå där känsliga individer kan omkomma. AEGL-3 för ammoniak avseende 30 minuters exponering är 1600 ppm [27]. AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm [27]. Tabell 3-20 presenterar avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Tabell 3-20. Avstånd till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid läckage av ammoniak och klor.

Olycksscenario	Avstånd [m] till AEGL-3 för 30 minuters exponering vid angivet väderförhållande		
	D5	D2	F2
Ammoniak (litet läckage)	119	157	318
Ammoniak (stort läckage)	709	928	1 693
Klor (litet läckage)	668	1 065	3 481
Klor (stort läckage)	4 086	6 101	12 873

### 3.4.5 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

I konsekvensberäkningen används pentan för att modellera bensin och dodekan för att modellera resterande brandfarliga vätskor (diesel, flygbränsle osv.). 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 3-21 redovisas avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5 för de studerade olycksscenarierna. Variationerna mellan D5 och andra väderscenarier är inte betydande och därför presenteras enbart avstånd för väderscenario D5.

Tabell 3-21. Avstånd till värmestrålningsnivåer för väderscenario D5.

Olycksscenario	Avstånd [m] till angiven värmestrålningsnivå vid väderscenario D5	
	20 kW/m <sup>2</sup>	35 kW/m <sup>2</sup>

## Beräkningsbilaga

Pentan (litet läckage)	20	15
Pentan (medelstort läckage)	27	20
Pentan (stort läckage)	34	25
Dodekan (litet läckage)	14	11
Dodekan (medelstort läckage)	19	15
Dodekan (stort läckage)	24	19

### 3.4.6 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

I avsnitt 3.3.2.5 beskrivs att oxiderande ämnen (klass 5.1) antas utgöra samtliga transporter av ämnen i klass 5. I samma avsnitt beskrivs att explosionsscenarioer eller brandscenarioer kan uppstå i samband med en olycka med oxiderande ämnen.

Explosionsscenarioer med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som små explosioner av explosiva ämnen och föremål. Se avsnitt 3.4.2 för mer information om konsekvenser för små explosioner.

Brandscenarioer med oxiderande ämnen antas konservativt ge liknande konsekvenser som små pölbränder av brandfarliga vätskor. Brandscenarioer med oxiderande ämnen fördelas lika mellan små pölbränder av dodekan och pentan. Se avsnitt 3.4.5 för mer information om konsekvenser för en små pölbränder.

## Beräkningsbilaga

### Referenser

- [1] SMHI, "Ladda ner meteorologiska observationer," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>.
- [2] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [3] FOI, "Osäkerheter i observationer och beräkningar," Totalförsvarets forskningsinstitut., FOI-R--3764--SE, 2013.
- [4] Trafikverket, "NVDB på webb," [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.
- [5] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal (Ärendenummer TRV 2017/111007)," 2023-04-01.
- [6] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2013 (Statistik 2014:12)," 2014.
- [7] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2014 (Statistik 2015:21)," 2015.
- [8] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2015 (Statistik 2016:27)," 2016.
- [9] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016 (Statistik 2017:14)," 2017.
- [10] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017 (Statistik 2018:13)," 2018.
- [11] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2018 (Statistik 2019:13)," 2019.
- [12] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2019 (Statistik 2020:14)," 2020.
- [13] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2020 (Statistik 2021:14)," 2021.
- [14] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2021 (Statistik 2022:16)," 2022.
- [15] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2022 (Statistik 2023:15)," 2023.
- [16] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006," 2006.
- [17] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," 1996.
- [18] HMSO, "Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances," Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety, London, 1991.
- [19] G. Purdy, "Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail," Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 1993.
- [20] TNO Riskcurves, RISKCURVES 12.0.1.



## Beräkningsbilaga

- [21] Drivkraft Sverige, "Volymer," [Online]. Available: <https://drivkraftsverige.se/statistik/volymer/>. [Accessed 30 07 2021].
- [22] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [23] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.
- [24] TNO Yellow Book, Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book", The Hague, 2005a.
- [25] TNO Green Book, "Methods for determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials "Green Book", 1992.
- [26] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," 1998.
- [27] EPA, "Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values," 29 08 2016. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>.