

# Riskutredning detaljplan



## Transport av farligt gods och bensinstation

**2023-04-05**

Rev. Datum:  
2023-10-24

---

**PROJEKTNAMN**  
Verksamhetsområde Orminge  
Trafikplats  
**UPPDRAGSGIVARE**  
Tranviks Udde Fastigheter

**STATUS**  
Version 5.2  
**UPPDRAGSANSVARIG**  
Erik Öberg  
[erik.oberg@briab.se](mailto:erik.oberg@briab.se)  
010-203 82 01

**FASTIGHET OCH KOMMUN**  
Del av Lännersta 10:1, Tollare 1:3  
Nacka Kommun  
**HANDLÄGGARE**  
Frída Hansson





# Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2. Inledning</b>	<b>5</b>
2.1. Bakgrund	5
2.2. Syfte och mål	5
2.3. Omfattning och avgränsningar	5
2.4. Metod	6
2.5. Underlag	6
2.6. Kvalitetsledningssystem	6
2.7. Revideringar och egenkontroll	7
<b>3. Riskhänsyn vid fysisk planering</b>	<b>8</b>
3.1. Fysisk planering	8
3.2. Risk	8
3.3. Regelverk och styrande dokument	8
3.4. Metodik, principer och kriterier för riskvärdering	10
<b>4. Planområdets förutsättningar</b>	<b>15</b>
4.1. Planområdet och planförslaget	15
4.2. Värmdöleden	16
4.3. Ormingeleden	17
4.4. Lokalgatan	18
4.5. Drivmedelsstation	18
4.6. Personintensitet	18
<b>5. Riskinventering</b>	<b>19</b>
5.1. Drivmedelsstationer	19
5.2. Cija Tank AB	19
5.3. Transport av farligt gods	19
5.4. Projektspecifika data för beräkningar	23
<b>6. Risknivåer och riskvärdering</b>	<b>25</b>
6.1. Individrisk utmed Värmdöleden	25
6.2. Individrisk utmed Ormingeleden	26
6.3. Individrisk utmed lokalgatan	27
6.4. Samhällsrisk Värmdöleden	28
6.5. Samhällsrisk Ormingeleden och lokalgatan	29
6.6. Riskavstånd för ny drivmedelstation	29
6.7. Bedömning av lämpliga säkerhetshöjande åtgärder	29
<b>7. Slutsatser och diskussion</b>	<b>31</b>
7.1. Allmänt	31
7.2. Rekommendationer	31
<b>8. Referenser</b>	<b>33</b>



# 1. Sammanfattning

Syftet med riskutredningen är att bedöma riskbilden som är förknippad med planerad markanvändning inom planområdet avseende transport av farligt gods och farliga verksamheter (specifikt drivmedelsstation). Utredningen ska utgöra ett underlag till framtagandet av en ny detaljplan.

Planområdet är placerat i anslutning till trafikplats Orminge. Inom planområdet ska markanvändning för en drivmedelsstation, småindustri och fordonsservice med tillhörande handel prövas. Området är placerat på en höjd i jämförelse med de tre vägarna där farligt gods transporteras. Söder om området går Värmdöleden som ligger drygt 50 meter från planområdet. Väster om området ligger Ormingeleden med ett avstånd om ca 15 meter till potentiell bebyggelse. Även Värmdöledens avfart söder om planområdet (som i beräkningarna konservativt ses som en del av Ormingeleden) ligger på ca 25 meters avstånd till potentiell bebyggelse inom planområdet. Vidare kommer en lokalgata att upprättas inom planområdet som ansluter till Ormingeleden, där transporter av farligt gods till drivmedelsstationen planeras att gå. Avståndet mellan den planerade lokalgatan och den närmsta befintliga bebyggelse (småbostadshus utanför planområdet) är ca 20 meter (och avstånd till närmaste potentiella bostadsbebyggelse är ca 14 meter).

Resultatet från genomförda riskberäkningar visar på att individrisken längs med Värmdöleden är låg efter ca 50 meter. Från Ormingeleden är individrisken låg efter ca 10-15 meter. För lokalgatan är individrisken generellt mycket låg, men med hänsyn taget till att terrängen lutar bort från vägen mot bebyggelse ("negativ terräng"), görs dock en bedömning att individrisken bör ses som låg efter först 10 m.

Samhällsrisken är låg utifrån beräkningarna för samtliga av transportlederna.

Utifrån att avståndet från Ormingeleden och Värmdöledens avfart till planområdet är relativt kort (ca 15 meter), rekommenderas utifrån rimlighetsprincipen att ventilationstekniska åtgärder samt utrymningsåtgärder ändå bör vidtas inom 25 meter. Anledningen till detta är att Länsstyrelsen normalt rekommenderar minsta skyddsavstånd om 25 meter från primära och även sekundära transportleder för farligt gods. I detta fall är risknivåerna så pass låga, samt att terrängen också skyddar planområdet från Ormingeleden och Värmdöleden, vilket gör att ett kortare skyddsavstånd om 15 meter bör kunna accepteras. Ventilationstekniska åtgärder och utrymningsåtgärder rekommenderas dock som sagt inom 25 meter.

Vad gäller lokalgatan är risknivån för denna väldigt låg, vilket i normala fallet inte skulle föranleda några skyddsåtgärder. Men eftersom terrängen lutar nedåt från lokalgatan till de närmsta bostadshusen, bör ändå åtgärder införas som säkerställer att brännbar vätska inte kan rinna mot bostadshuset samt som skyddar mot avåkning av tunga fordon nedför slänten.

Vad gäller markanvändning för drivmedelsstation rekommenderas att hålla ett minimiavstånd till övrig bebyggelse på minst 25 meter. Detta baseras på rekommendationer utifrån MSB:s handbok för hantering av brandfarlig vara vid bensinstationer. Detta förutsätter dock att endast drivmedel i vätskeform används inom bensinstationen och att övriga regler kopplat till brandfarlig vara hanteras i projekteringen. Om gasformiga drivmedel (fordonsgas) ska hanteras vid bensinstationen i större mängder, rekommenderar Briab att en fördjupad riskutredning genomförs avseende detta, eftersom skyddsavstånden då kan förändras. Om detta inte utreds under planarbetet, bör denna förutsättning formuleras som en planbestämmelse. Notera att denna rapport ej behandlar risker förknippade med långsamma och negativa hälsoeffekter, så som luftföroreningar.



En sammanfattning av rekommenderade skyddsåtgärder inom planområdet är:

- Inom 15 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart ska planområdet vara bebyggelsefritt.
- Inom 25 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart, ska evakuering av byggnader kunna ske i riktning bort från de båda lederna.
- Inom 25 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart, ska friskluftsintag placeras på taket av byggnaderna eller på sida som vetter bort från trafiklederna.
- Lokalgatan ska, i norra delen där transporter av farligt gods förväntas gå till drivmedelsstationen, placeras så att avstånd från väggkant till möjlig byggrätt (för byggnad där människor vanligen vistas) är minst 10 meter.
- Lokalgatan ska förses med avåkningskydd i norra delen, mot småbostadshusen, med syfte att hindra tunga fordon att köra av vägen och åka ner för slänten mot de närliggande bostadshusen. Avåkningskyddet kan vara en del av ett eventuellt bullerskydd, såvida det dimensioneras för ändamålet. Denna rekommendation gäller längs den sträckning av lokalgatan där terrängen är negativ mot småhusen och avstånd från lokalgata till byggnad underskrider 25 meter.
- Lokalgatan ska förses med ett avrinningsskydd i norra delen, mot småbostadshusen, med syfte att hindra (brännbar) vätska från att rinna ner för slänten mot de närliggande bostadshusen. Detta kan utgöras av kantsten (ca 15-20 cm hög), eller vara en del av eventuellt bullerskydd (krävs att bullerskyddet är tätt mot mark). Detta rekommenderas längs en sträckning av lokalgatan där terrängen är negativ mot småhusen och avstånd från lokalgata till byggnad underskrider 25 meter.
- Mellan drivmedelsstationens lossningsplats och markanvändning för annan bebyggelse ska 25 meters skyddsavstånd hållas. Lossningsplatsen ska också placeras så att närliggande fastigheter för småhus ligger minst 25 meter bort.



## 2. Inledning

### 2.1. Bakgrund

Briab har fått i uppdrag av Tranviks Udde Fastigheter att utreda den riskbild som är förknippad med exploatering av området Lännersta 10:1 och Tollare 1:3. Tranviks Udde Fastigheter avser att utveckla fastigheterna med handel, fordonsservice samt drivmedelsstation. Utredning görs inom ramen för framtagande av detaljplan där markanvändning för skrymmande varor, småindustri och fordonsservice ska prövas. Utredningen görs utifrån plan- och bygglagens (2010:900) krav på att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, och risken för olyckor.

### 2.2. Syfte och mål

Syftet med riskutredningen är att bedöma riskbilden som är förknippad med planerad markanvändning inom planområdet avseende transport av farligt gods och farliga verksamheter. Målet med utredningen är att ta fram ett underlag för aktuell detaljplaneprocess.

### 2.3. Omfattning och avgränsningar

Med risk avses i dessa sammanhang en sammanvägning av frekvensen för en olycka och dess konsekvens. Rapporten behandlar akuta risker för människors liv, så kallade olycksrisker vilka är relaterade till transport av farligt gods och omkringliggande farliga verksamheter<sup>1</sup>. Följande risker behandlas ej:

- Risker för egendom, arbetsmiljö och påverkan på miljön.
- Risker förknippade med långsamma och negativa hälsoeffekter, så som buller, vibrationer, radioaktiv strålning, elektromagnetiska fält och luftföroreningar.

Tidshorisont för utredningen är vald till 2050, med tanke på trafikalt och befolkningstäthet.

Denna riskutredning omfattar följande typer av riskkällor:

- Transport av farligt gods på Värmdöleden (väg 222)
- Transport av farligt gods på Ormingeleden
- Transport av farligt gods på lokalgata
- Drivmedelsstation

Riskanalysen besvarar följande centrala frågeställningar.

- Hur kan riskhänsyn visas och finns det ett behov av åtgärder eller begränsningar för att möjliggöra föreslagen markanvändning inom planområdet?

<sup>1</sup> Farliga verksamheter i detta fall åsyftas verksamheter som faller inom ramen för Lagen mot skydd mot olyckor (LSO) kapitel 2 paragraf 4, Seveso-lagstiftningen samt om verksamheten är tillståndspliktig och hanterar större mängder brandfarlig vara enligt Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE).



## 2.4. Metod

Följande metodik används i denna riskutredning:

1. Riskidentifiering. För att ta reda på vilka riskkällor som kan vara relevanta för området studeras området (med omgivning) inom ramen för utredningens avgränsningar. I riskidentifieringen görs en första översiktlig bedömning för att sålla ut vilka riskkällor som erfordrar fördjupad analys.
2. Fördjupad analys. De olyckshändelser som är svårbedömda och väntas ge upphov till förändrad risknivå för området analyseras mer ingående via separata analyser. Händelsernas frekvenser och konsekvenser studeras via logiska argument och/eller via kvantitativa, probabilistiska metoder för att uppskatta risknivån.

Analysen arbetar efter följande frågeschema:

- a. Vad kan hända?
  - b. Hur ofta kan det hända?
  - c. Vilka blir konsekvenserna?
  - d. Hur stor är risken?
3. Riskvärdering. Uppskattade risknivåer ställs samman och en riskvärdering genomförs. Eventuella säkerhetshöjande åtgärder med koppling till markanvändning och funktion identifieras och därefter verifieras att de ger avsedd effekt på risknivån, det vill säga att den sjunker till en acceptabel nivå. Säkerhetshöjande åtgärder kan exempelvis vara att rekommendera mindre känslig verksamhet, verksamhet där människor inte uppehåller sig längre stunder, skyddsavstånd eller tekniska lösningar och funktionskrav.

## 2.5. Underlag

Nedan framgår vilket planeringsunderlag som nyttjats i utredningen.

HANDLIG	UPPRÄTTAD AV	DATUM
Riskbedömning för förnyelseplan, Lännersta 10:1 (del av), Nacka kommun	Brand och riskingenjörerna AB	2014-11-20 Uppdaterad: 2019-06-17
Planbeskrivning, Samrådshandling	Nacka kommun	2021
Trafikanalys, Verksamhetsområde vid Orminge Trafikplats	M4Traffic	2023-06-30
Situationsplan planområde	MVG	2023-04-05

## 2.6. Kvalitetsledningssystem

Denna rapport omfattas av egenkontroll enligt anvisningarna i Briabs kvalitetsledningssystem, vilket är certifierat enligt ISO 9001. Egenkontrollen omfattas av en handläggarkontroll samt en kvalitetsgranskning genomförd av en särskild utsedd kvalitetskontrollant inom Briab. Vid kontrollen används en särskild checklista för att säkerställa att relevanta krav tillgodosätts. Checklisten ser olika ut beroende på typ av uppdrag och handling. Revideringar av handlingar



ska normalt genomgå samma kontroll som ovan. Mindre formaliaändringar som inte påverkar utformning i övrigt får ske av handläggare själv. I dessa fall ska detta framgå i handlingen.

## 2.7. Revideringar och egenkontroll

Datum och revideringsdatum samt handläggare och kvalitetsgranskare för samtliga framtagna versioner av denna handling sammanfattas i tabell nedan:

DATUM	STATUS	HANDLÄGGARE	KONTROLL
2023-04-05	Version 1	Frida Hansson	Håkan Niva
2023-06-01	Version 2	Frida Hansson & Erik Öberg	Håkan Niva
2023-07-06	Version 3	Erik Öberg	Endast handläggarkontroll (mindre revideringar)
2023-08-31	Version 4	Erik Öberg	Endast handläggarkontroll (mindre revideringar)
2023-01-09	Version 5	Erik Öberg	Endast handläggarkontroll (mindre revideringar)
2023-10-23	Verson 5.1	Erik Öberg	-
2023-10-24	Version 5.2	Erik Öberg	-

Revideringar från version 1 till version 2 utgörs av formaliajusteringar, tydligare beskrivning av förutsättningar, tillägg av lokalgata med riskberäkningar (transporter på lokalgata till bensinstation inom planområde) samt justering av indata för trafikarbete på Ormingeleden utifrån genomförd trafikanalys.

Revideringar från version 2 till version 3 utgörs av förtydliganden, formaliajusteringar samt uppdaterat underlag. Inga uppdateringar har haft påverkan på beräkningarna eller slutsatserna i denna rapport.

Revideringar från version 3 till version 4 och version 5 utgör enbart förtydliganden utifrån kommunens önskemål vad avser tydlig och korrekt formulering av rekommenderade skyddsåtgärder. I version 5.1 och 5.2 har endast situationsplanen bytts ut till senaste versionen (Figur 6).



## 3. Riskhänsyn vid fysisk planering

### 3.1. Fysisk planering

Fysisk planering regleras av plan- och bygglagen och miljöbalken och är en delprocess i samhällsplaneringen. Den fysiska planeringen reglerar användningen av mark- och vattenområden i tid och rum. Den fysiska planeringen tar oftast sin form i översiktsplaner och detaljplaner, som båda tas fram av kommunen som är självbestämmande i dessa frågor. Länsstyrelsen har i processen en rådgivande och granskande roll. Länsstyrelsens uppgift är att företräda och samordna statens intressen samt bevaka särskilda frågor kopplat till bland annat riksintressen och frågor som rör hälsa och säkerhet.

### 3.2. Risk

Begreppet **risk** kan tolkas på olika sätt. I denna utredning tolkas risk som en önskad händelses sannolikhet multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda. I utredningen kvantifieras risk med två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisk.

Med **individrisk**, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år på en specifik plats. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabelt höga risknivåer [1].

**Samhällsrisk**, eller kollektivrisken, visar den ackumulerade sannolikheten för det minsta antal människor som omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område [1].

#### 3.2.1. Riskhänsyn

Kommunernas planer prövas alltid av länsstyrelsen med avseende på miljö, hälsa och risken för olyckor. Riskhänsyn i fysisk planering är därför högst relevant, och viktigt att ta med i planeringsprocessens tidiga skeden för att minska sårbarhet och öka planområdets robusthet [2].

Alla verksamheter är förknippade med risker som människor till viss grad accepterar, och nytta i en aspekt balanseras med en riskkostnad i densamma. I planprocessen innebär en alltför strikt riskhänsyn mycket stora skyddsavstånd från transportleder och verksamheter, vilket i sin tur kan innebära dålig stadsuppbyggnad och ineffektiv markanvändning. En riskanalys i en planprocess syftar därför till att optimera markanvändningsnytta till en låg riskkostnad.

## 3.3. Regelverk och styrande dokument

### 3.3.1. Plan- och bygglagen (2010:900)

Plan- och bygglagen (2010:900) anger att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet. Vidare ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda

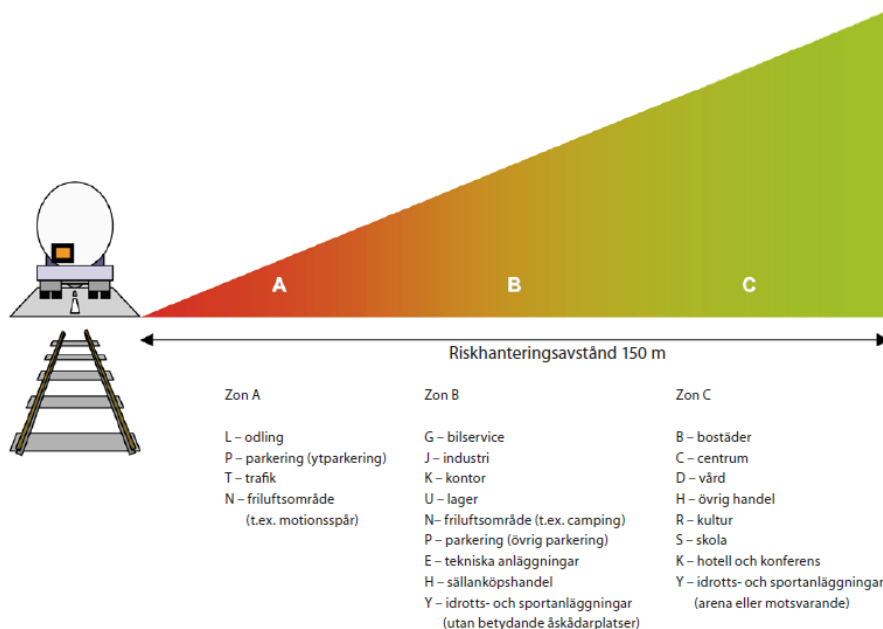




marken på ett sätt som ger lämpligt skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

### 3.3.2. Riskpolicy från Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm samt Västra Götalands län gemensamma dokument *Riskhantering i detaljplaneprocessen* anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods [3]. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.

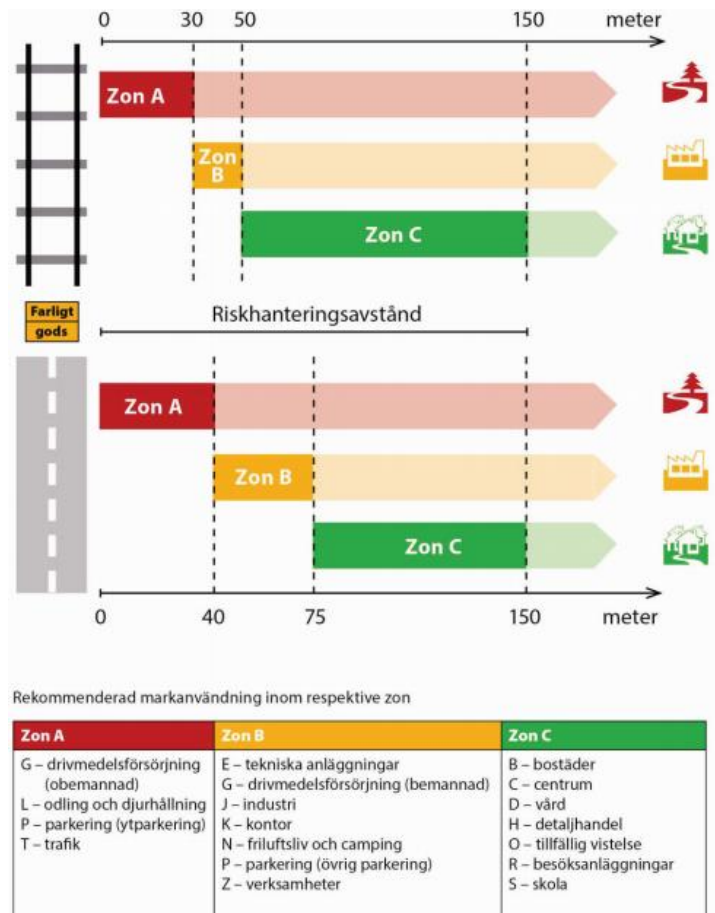


Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd [3]. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser.

### 3.3.3. Riktlinjer från Länsstyrelsen Stockholm

För att tydliggöra vilken mark som, med hänsyn till människors hälsa och säkert och risken för olyckor, är lämpad för ändamålet har Länsstyrelsen i Stockholm presenterat vägledning och riktlinjer för riskhänsyn vid fysisk planering. *Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag* [4] och *Risikanalyser i detaljplaneprocessen* [5] är generella rekommendationer beträffande krav på innehåll i riskanalyser i planprocessen.

Specifika rekommendationer rörande bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer publicerades 2000 [6]. Länsstyrelsen anser i dessa rekommendationer att ny bebyggelse inte bör medges så nära farligt gods-leder till transporterna med farligt gods till slut omöjliggörs. I de senast utgivna riktlinjerna från 2016, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [7], rekommenderas att markanvändning intill transportleder för farligt gods generellt bör planeras med de i Figur 2 angivna skyddsavstånden (zon A, B och C).



Figur 2. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods (väg och järnväg) och olika typer av markanvändning [7]. Avstånden mäts från närmaste väggkant.

Intill primära transportleder för farligt gods ska det finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter. Intill sekundära transportleder bör det bebyggelsefria avståndet vara minst 15-20 meter till markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) [7]. Farligt gods får även transporteras på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder och även intill dessa vägar ska riskerna beaktas om det är sannolikt att farligt gods kan transporteras på dem [7].

Ovan rekommenderade skyddsavstånd är generella rekommendationer, och avstånden kan kortas ned om en platsspecifik riskutredning visar att riskbilden är acceptabel.

## 3.4. Metodik, principer och kriterier för riskvärdering

### 3.4.1. Metodik för riskhantering

Riskhanteringsprocessen utgör ett systematiskt och kontinuerligt arbete för att kontrollera eller minska olycksrisker. Hanteringen kan delas in i tre delar: riskanalys, riskvärdering och riskreduktion. Dessa behandlar allt från identifiering av riskkällor och potentiella olyckshändelser till beslut om och genomförande av säkerhetshöjande åtgärder samt



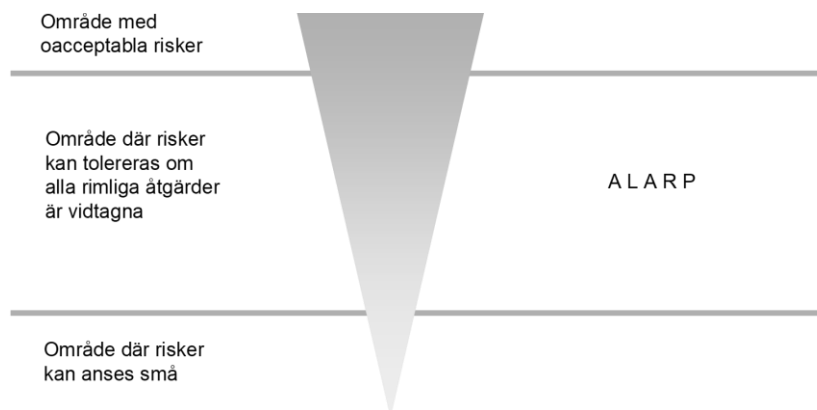
uppföljning av att besluten ger avsedd påverkan på riskbilden. Schematiskt kan processen beskrivas enligt Figur 3.



Figur 3. Metodik för riskhantering [3].

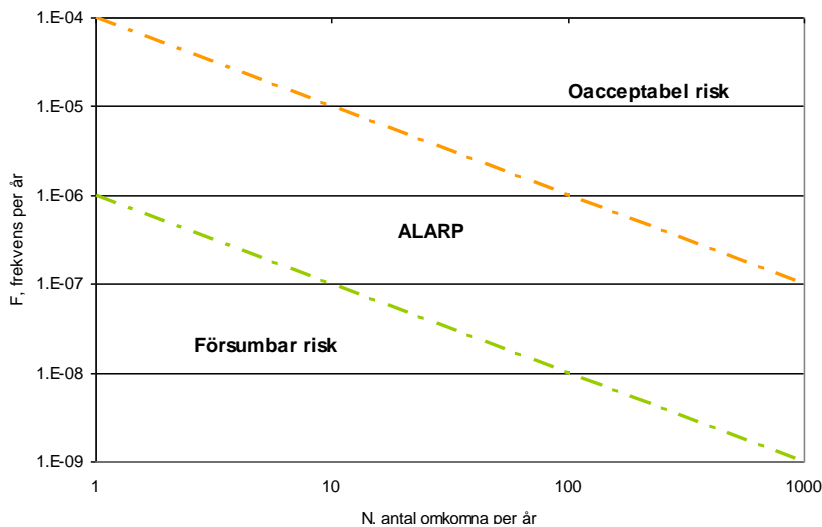
### 3.4.2. Allmänt om kriterier för riskvärdering

Kriterier för riskvärdering kommer att användas för att avgöra om risknivån är acceptabel eller inte. Acceptanskriterierna uttrycks vanligen som sannolikheten för att en olycka med en given konsekvens skall inträffa. Risker kan delas in i tre kategorier. De kan anses vara acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 4 beskriver principen för riskvärdering [1].



Figur 4. Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier [1].

Om en risk anses vara acceptabel med restriktioner innebär det att risknivån är i ett område som vanligtvis benämns "ALARP", vilket är en förkortning av "As Low As Reasonably Practicable". Befinner sig risken för en olycka inom detta område bör riskerna reduceras så mycket som är möjligt utifrån samhällsekonomiska och praktiskt perspektiv. Konkret kan det efter en avvägning avseende kostnad och riskreduktion innebära en kombination av olika säkerhetshöjande åtgärder. Exempel på sådana säkerhetshöjande åtgärder kan vara separering (avstånd till transportleden), differentierad bebyggelse, byggnadstekniska åtgärder och utformning av området närmast transportleden. I Figur 5 visas hur ALARP-zonen kan definieras med kvantitativa mått.



Figur 5. Illustration av ALARP-zonen för samhällsrisk med exempel på riskvärderingskriterier [1].

### 3.4.3. Räddningsverkets (MBS:s) fyra principer för riskvärdering

För risker förknippade med människors hälsa och säkerhet bedöms risknivåerna övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket, nuvarande MSB [1]:

- **Rimlighetsprincipen** - Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas (oavsett risknivå).
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen** - Riskerna 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.

Proportionalitets- och fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls vid värdering med de kvantitativa värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk. Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis så kallad kostnad-nytta-analys [1].

### 3.4.4. Risker för tredje man

När riskvärdering och kriterier för risktolerans diskuteras ska graden av frivillighet att utsätta sig för den aktuella risken tas med, och därför skiljs det på personer som har anknytning till den aktuella riskkällan, och personer ur allmänheten, så kallat "tredje man". Denna uppdelning grundar sig i fördelningsprincipen som menar att enskilda grupper inte ska utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till den nytta som den riskfyllda verksamheten genererar för dem, se avsnitt 3.4.3. Tredje man är alltså för verksamheten utomstående individer som inte är direkt inblandade i verksamhetens riskbild men som ändå kan löpa skada vid en olycka.

När det gäller transport av farligt gods eller andra risker i den fysiska planeringen räknas exempelvis boende, personer som befinner sig på offentliga platser eller i affärer som tredje man. Risknivåtoleransen för tredje man bör vara mycket låg, eftersom dessa personer endast har liten eller ingen nytta av att verksamheten bedrivs. För att risknivån ska anses tolerabel



för tredje man kan säkerhetshöjande åtgärder bli nödvändiga, och markanvändning kan behöva regleras genom att planera för exploatering avsedd för låg persontäthet.

### 3.4.5. DNV:s föreslagna kriterier

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier gällande individ- och samhällsrisk [1].

För *individrisk* föreslog DNV följande kriterier:

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

För *samhällsrisk* föreslog DNV följande kriterier:

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

Samhällsriskskriterierna ovan beräknas med frekvenser för 1 km transportled och avser ett område på  $1 \text{ km}^2$  med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt.

### 3.4.6. Riskhänsyn till drivmedelstationer

Drivmedelsstationer medför bland annat risk för brand, spill och utsläpp av drivmedel, bullerpåverkan och exponering för avgaser från trafik och vid tankning samt påfyllning [6].

Hur ofta leveranser sker påverkar sannolikheten för en olycka som medför påverkan på omgivningen.

*Bättre plats för arbete* anger ett riktvärde på 100 meter mellan drivmedelsstationer och bostadsbebyggelse [8]. Dessa riktlinjer tas dock hänsyn till andra faktorer än enbart riskfrågan, så som buller och lukt (vilka denna rapport inte behandlar, se avsnitt 2.3).

Länsstyrelsen i Stockholms län anger följande rekommendationer från år 2000 [6]:

- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från tankfordonets lossningsplats, avluftningsanordningar från bensincisternen och tankställe där fordon tankas (pump).
- Från bostäder och samlingsplatser utomhus till bensinstation bör ett minsta avstånd på 50 meter hållas (100 meter anges som rekommenderad ambitionsnivå vid nyplaneringsfallet), ur både risk-, miljö och hälsoskyddssynpunkt. Detta längre avstånd gäller främst med hänsyn till luftföroreningarnas långsiktiga påverkan på människor.

Sedan rekommendationerna för riskhänsyn vid ny bebyggelse för drivmedelsstationer skrevs av Länsstyrelsen i Stockholms län med ovanstående rekommendationer har absolutkrav för gasåterföring vid tankning införts, vilket både minskar utsläpp och explosionsrisker. Detta gör att de avstånd som rekommenderades år 2000 med största sannolikhet skulle vara kortare om rekommendationerna skrevs om idag. En undersökning i Luleå kommun visar att



**HANDLING**  
Riskutredning detaljplan

**PROJEKTNAMN**  
Verksamhetsområde Orminge  
Trafikplats

**STATUS**  
Version 5.2

**DATUM**  
2023-04-05

Transport av farligt gods och  
bensinstation

**REV. DATUM**  
2023-10-24

---

gasåterföringssystemen minskar utsläppen av lättflyktiga kolväten i samband med drivmedelshantering med cirka 70 % [9].

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har gett ut en handbok om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid drivmedelsstationer [10]. MSB rekommenderar ett skyddsavstånd på minst 25 meter från lossningsplats (brandfarlig vätska) till bostäder. Mellan tankställe ("pump") och bostad rekommenderas ett avstånd på minst 18 meter.

Utifrån skydd mot olyckor avseende transport och hantering av brandfarliga varor på drivmedelstationer kan ett skyddsavstånd på 25 meter från plats där brandfarlig vara hanteras till bebyggelse tillämpas. Notera att detta är ett avstånd som avser specifikt risken för olyckshändelse och olyckshändelsens konsekvensavstånd. Avståndet i handboken [10] avser specifikt lossningsplats (påfyllnadsanslutning till cistern) till bostäder eller annan plats där människor vanligen vistas.





## 4. Planområdets förutsättningar

### 4.1. Planområdet och planförslaget

Del av fastigheterna Lännersta 10:1 och Tollare 1:3 är placerad i anslutning till trafikplats Orminge, se Figur 6. På området planeras för att en drivmedelsstation och handel ska byggas. Området är placerad på en höjd i jämförelse med de båda vägarna där farligt gods transporteras. Söder om området går Värmdöleden och väster om området Ormingeleden, samt in till området kommer en ny lokalgata byggas. Enligt planförslaget som har presenterats så kommer marknivåerna sänkas något, dock ska det fortsatt vara en höjdskillnad mellan vägar och planområde.



Figur 6. Visar principiell situationsplan för planområdet och möjlig utformning av ny bebyggelse.



## 4.2. Värmdöleden

Värmdöleden angränsar drygt 50 m söder om fastighetsgränsen, avfarten för västgående trafik på Värmdöleden passerar området något närmre. Leden utgör en primär led för farligt gods. Hastighetsbegränsningen utmed fastigheten är 100 km/h mot Värmdö och 80 km/h mot Nacka Forum. Vägen har fyra körbanor, två österut och två västerut med mitträcke mellan dessa. Vägbredden är ca 25 m och planområdet är placerad på en höjd i jämförelse med Värmdöleden. Höjdskillnaden är en gynnsam förutsättning för planområdet, då den skyddar planområdet från flertalet olyckor med farligt gods.

Värmdöledens avfart (i körriktning mot Nacka Forum) som ansluter till Ormingeleden går förbi planområdet. Avståndet från denna avfart till planområdet är ca 25 meter. Denna avfart bedöms riskmässigt som en del av Ormingeleden, vilket borde vara en mycket konservativ bedömning eftersom allt farligt gods på denna avfartsväg rimligtvis endast utgör en delmängd av transporterna längs Ormingeleden.



*Figur 7. Visar bild mot planområdet från Värmdöleden. Värmdöledens avfart (som ansluter till Ormingeleden) syns också på bilden.*

Trafikuppgifter för Värmdöleden har hämtats från Trafikverkets tjänst Vägtrafikflödeskartan för vägavsnitt 11830025, och avser en trafikmätning för år 2022. Dessa trafikmätningar har räknats upp till år 2050 i enlighet med Trafikverkets uppräkningsstal för Stockholm i EVA [11]. I Tabell 1 redovisas trafikuppgifterna.





Tabell 1. Inhämtade trafikuppgifter för år 2022 från en trafikmätning, och uppräknade trafikuppgifter avseende år 2050 [11].

PARAMETER	MÄTNING 2022	PROGNOS 2050
ÅDT Fordon	30 460	47 241
ÅDT Lastbilar	2 660	4 412
ÅDT Axelpar	31 430	48 850

### 4.3. Ormingeleden

Ormingeleden angränsar ca 15 m väster om planområdet, hastighetsbegränsningen på vägen är 70 km/h. Vägen har fyra körbanor, två i södergående riktning och två i norrgående riktning med mitträcke mellan dessa. Vägbredden är ca 20 m och leden utgör en sekundärled för transport av farligt gods. Enligt planförslaget kommer den slutgiltiga höjdskillnaden mellan Ormingeleden och planområdet vara ca +3,8 m.



Figur 8. Visar bild mot planområdet från Ormingeleden.

Trafikuppgifterna för Ormingeleden har hämtats från Trafikanalys [12], där både ÅDT för 2021 och 2050 presenteras. Se Tabell 2.



Tabell 2. Inhämtade trafikuppgifter från trafikanalys [12].

PARAMETER	MÄTNING 2021	PROGNOS 2050
ÅDT Fordon	24 100	28 300
ÅDT Lastbilar	2 100	2 830
ÅDT Axelpar	24 341	28 583

## 4.4. Lokalgatan

Utformningen av lokalgatan är i dagsläget inte helt fastställd. Den förväntas ha låga hastigheter samt två körbanor. Lokalgatan kommer sammankoppla planområdet med Ormingeleden.

Trafikanalys har även presenterat trafikuppgifter för lokalgatan [12], se Tabell 3.

Tabell 3. Prognos av trafikuppgifter för år 2050 [12].

PARAMETER	PROGNOS 2050
ÅDT Fordon	3 800
ÅDT Lastbilar	380
ÅDT Axelpar	3 838

## 4.5. Drivmedelsstation

Inom planområdet ska en drivmedelsstation prövas vilket kommer leda till ökade transporter av farligt gods förbi planområdet. Det förutsätts att den planerade drivmedelsstationen endast kommer hantera flytande drivmedel och ha laddningsplatser för elbilar. Etableringen av drivmedelsstationen kommer innebära att farligt gods kommer transporteras på lokalgatan mellan planområdet och det befintliga bostadsområdet, se Figur 6.

Längst med Ormingeleden norrut, förbi planområdet, finns det en annan drivmedelsstation. Avsikten är att den nya drivmedelsstationen ska ersätta den gamla. Idag sker transport med farligt gods längs Ormingeleden till denna bensinstation.

## 4.6. Personintensitet

Runt planområdet ligger lättare industrier, småhusbebyggelse, detaljhandel (andra sidan av Värmdövägen) samt naturområden. Personintensitet för planområdet med omnejd anses därför till 1 000 personer/km<sup>2</sup>. Detta anses vara en rimlig bedömning då marken kring planområdet karaktäriseras av bebyggelse i 1-2 våningsplan (småhusbebyggelse, småindustri, detaljhandel i hallbyggnader) och naturmark, vilket normalt innebär en låg personintensitet. Som referensvärde kan anges att 5 000 personer/km<sup>2</sup> normalt ansätts för tätort/stad och 10 000 personer/km<sup>2</sup> motsvarar tät stad/innerstad. De planerade verksamheterna inom planområdet innebär inte heller en stor ökning av personintensiteten inom området.



## 5. Riskinventering

### 5.1. Drivmedelsstationer

Det finns en befintlig drivmedelsstation (OKQ8) norr om planområdet längs med Ormingeleden. Drivmedelsstationer bidrar generellt till en ökning av andelen farligt gods som kommer transporteras på Ormingeleden. Denna befintliga drivmedelsstation hanterar inte fordonsgas<sup>2</sup>.

Vidare avses en drivmedelstation placeras inom aktuellt område, se avsnitt 4.5. Denna bensinstation avser endast hantera brandfarlig vätska, samt att också tillhandahålla laddplatser för elbilar. Laddplatser för elbilar kan ge upphov till en bilbrand, men i jämförelse med en pölbrand av brandfarlig vätska är konsekvensavståndet relativt kort. Därför analyseras inte laddplatserna något mer i denna rapport.

Vanliga drivmedelsstationer får leveranser av drivmedel ungefär 2-3 gånger i veckan i samordnade transporter med olika bränslen [13]. I denna rapport antas att respektive station får leverans 3,5 gånger per vecka, dvs. varannan dag.

### 5.2. Cija Tank AB

På kummelberget omkring 1,5 km från planområdet ligger företaget Cija Tank som mellanlagrar farligt avfall. Cija Tank mellanlagrar över 5 ton oljeavfall, 30 ton blybatterier, 50 ton elprodukter och 30 ton impregnerat trä. Den allra största delen av det avfall som hanteras av Cija Tank är därmed sådant avfall som inte förväntas påverka området i händelse av olycka under transport (blybatterier, elprodukter, trä) utan endast ge lokal påverkan. [14]

### 5.3. Transport av farligt gods

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport [15]. Med transportleder för farligt gods avses sådana leder som är utpekade som primära eller sekundära transportleder eller vägar där det sannolikt kan gå farligt gods-transporter. En primär transportled för farligt gods är avsedd för genomfartstrafik, varför där kan förväntas gå farligt gods-transporter i alla klasser<sup>3</sup>, medan en sekundär transportled är avsedd för lokala transporter till och från de primära lederna.

Huvuddelen av olyckorna med farligt gods inblandat är i grunden trafikolyckor och åtgärder för att förbättra vägsäkerheten medverkar därför också till att minska risken för en olycka med farligt gods. Det finns andra händelser än trafikolyckor som kan ge ett utsläpp av farligt gods, till exempel fordonsbränder och handhavandefel vid lastning. En brittisk studie visar att andelen sådana händelser är i storleksordningen 5 % och det antas därmed att dessa händelser inryms i de konservativa skattningar av olycksfrekvenserna som rapporten bygger på [16].

<sup>2</sup> Enligt verksamhetens hemsida hanteras inte fordonsgas, <https://www.okq8.se/pa-stationen/bensinstationer/saltsjo-boolkanholmsvagen/>

<sup>3</sup> Transporter med farligt gods delas in i nio olika klasser för ämnen med liknande risker vid transport på väg. Klassificeringen benämns ofta ADR-klasser efter ett europeiskt regelverk för transport av farligt gods på landsväg.



### 5.3.1. Transportklasser (ADR) och representativa scenarier

Transport av farligt gods på land regleras i ADR<sup>4</sup> för transport på väg. Farligt gods utgörs av flera olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar, och i ADR delas farligt gods in i klasser beroende på vilka farliga egenskaper som ämnet har. I Tabell 4 beskrivs klasserna och karakteristiska konsekvenser för respektive klass.

Tabell 4. Kortfattad beskrivning av respektive ADR-klass.

KLASS	KATEGORI	BESKRIVNING	KONSEKVENSER
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc.	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexpllosiva ämnen ger skadeområde med 100 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexpllosiva ämnen ger enbart lokala konsekvenser.
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över hundratals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 20 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5	Oxiderande ämnen. Organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat, ammoniumnitrat, etc.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp vid kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 100 m.
6	Giftiga ämnen. Smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut).	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

<sup>4</sup> ADR är europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på väg och i terräng. I Sverige används den nationella anpassningen ADR-S (MSBFS 2020:9).



I tabellen ovan kan fyra olika typer av konsekvenser härledas:

- Brand
- Explosion
- Utsläpp av giftiga kemikalier
- Utsläpp av frätande kemikalier

Dessa konsekvenser kan härledas till olyckor med farligt gods i klass 1, 2, 3, 6 och 8. Ämnen i klass 4 (4.1-4.3), oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 (5.1-5.2), radioaktiva ämnen i klass 7 och övriga ämnens i klass 9 utgör normalt ingen fara för omgivningen då konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet. Det finns dock undantag, till exempel kan oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5) som blandas med brandfarliga vätskor (klass 3) orsaka explosioner. Föroreningar i en tank med väteperoxid (klass 5) kan orsaka ett skenande sönderfall med en tanksprängning som följd.

Utöver den uppdelningen i olika klasser krävs kännedom om fördelningar inom respektive klass för att kunna göra korrekta beräkningar av risken. Exempelvis omfattar klass 2 "gaser", vilka kan vara brandfarliga, giftiga eller sakna någon av dessa egenskaper. Likaså spelar det stor roll vilken av underklasserna 1.1-1.3 alternativt 1.4 som explosivämnena i klass 1 tillhör. Klass 1.4 kan nämligen inte kan ge upphov till skador som påverkar omgivningen.

### 5.3.2. Farligt gods på Värmdöleden

Nationell statistik från förvaltningsmyndigheten Trafikanalys under perioden 2017-2021 visar att transporter med farligt gods utgjorde cirka 1 % av antalet godstransporter. Statistiken baseras på registerdata samt svar på enkäter som skickas ut till vissa företag och myndigheter. Indelning i respektive ADR-klass redovisas i Tabell 5, och utgår från nationell statistik. Av den tunga trafiken på Värmdöleden ansätts värdet att 1,5 % av denna utgörs av farligt godstransporter.

Uppdelningen av ADR-klass 1, 5 och 6 i underklasser har hämtats från Länsstyrelsen i Skåne läns riktlinjer (RIKTSAM) [17] i brist på annan information. För klass 3 har det antagits förekomma ämnen med både brandfarliga och giftiga egenskaper i 5 % av fallen.

Tabell 5. Uppdelning av transport av farligt gods på Värmdöleden i huvudklasser och underklasser. Underklassen "Övrigt" betecknar farligt gods som inte kan utgöra en fara för omgivningen.

ADR-KLASS	ANDEL INOM ADR-KLASS	UNDERKLASS	ANDEL INOM UNDERKLASS
1	1,5 %	Explosivt	10 %
		Övrigt	90 %
2	24,0 %	Giftigt	10 %
		Brännbart	30 %
		Övrigt	60 %
3	43,9 %	Giftigt	5 %
		Brandfarligt	95 %
4	4,6 %	-	-
5	2,8 %	Explosivt	5 %
		Övrigt	95 %





ADR-KLASS	ANDEL INOM ADR-KLASS	UNDERKLASS	ANDEL INOM UNDERKLASS
6	8,8 %	Flytande	72 %
		Övrigt	28 %
7	0,1 %	-	-
8	10,1 %	-	-
9	5,2 %	-	-

### 5.3.3. Farligt gods på Ormingeleden och lokalgatan

Drivmedelsstationerna, som beskrivits i 4.5 och 5.1, kommer vara de primära verksamheter som ger upphov till att det transporteras bulktransporter av farligt gods på Ormingeleden och lokalgatan.

På Ormingeleden ansätts att transporter med farligt gods transporteras 1 ggr/dag (motsvarande två bensinstationer) och på lokalgatan ansätts att transporter med brandfarlig vätska transporteras varannan dag (motsvarande en bensinstation). Antagandet görs att det endast är ADR-klass 3 som kommer transporteras på Ormingeleden och lokalgatan, dvs brandfarlig vätska, i och med att drivmedelsstationerna endast hanterar samt avser hantera denna typ av drivmedel.

Andelen farligt gods som transporteras på Ormingeleden blir således 0,035% av ÅDT tungtrafik på leden. Medan för lokalgatan är andelen farligt gods som transporteras 0,13% av ÅDT tungtrafik på leden.

### 5.3.4. Val av olycksscenarier

Vid transport av farligt gods utgör nedanstående olycksförlopp de dimensionerande olycksscenarierna som utgör underlag till beräkning av individ- och samhällsrisknivåer för Värmdöleden (se även Tabell 6):

- Detonation av massexplosiva ämnen som orsakar tryckskador och brännskador.
- Detonation till följd av blandning av oxiderande ämne med brandfarlig vätska.
- Utsläpp och antändning av kondenserad brännbar gas som kan ge upphov till BLEVE, gasmolnexplosion, gasmolnsbrand och jetflamma, vilket leder till brännskador och i vissa fall även tryckskador.
- Utsläpp och antändning av brandfarliga vätskor vilka orsakar pölbrand med efterföljande brännskador.
- Utsläpp av kondenserad giftig gas som orsakar förgiftning vid inandning.
- Utsläpp av giftiga brandfarliga vätskor vilka orsakar förgiftning vid inandning när de driver i väg som gasmoln.
- Utsläpp av giftiga vätskor som orsakar förgiftning vid inandning när de driver i väg som gasmoln.
- Utsläpp av frätande vätskor vilka orsakar frätskador vid hudkontakt.

För Ormingeleden kommer olycksscenarierna utgöras av scenariot pölbrand (direkt och fördröjd). Detta då det farliga godset som transporteras på leden endast bedöms utgöras av brandfarlig vätska.



Tabell 6. Sammanfattning av dimensionerande olycksscenarioer vid transport av farligt gods.

ÄMNE	PRIMÄR HÄNDELSE	SEKUNDÄR HÄNDELSE	SKADEVERKAN
Massexplosiva ämnen	Detonation vid olycka och/eller transport.	Brand	Brännskador Tryckskador
Tryckkondenserade gaser	Förångas vid utsläpp och övergår i gasform som driver i väg med vinden.	Brand och explosion vid antändning av gasmoln på längre avstånd från utsläppskällan (UVCE <sup>5</sup> ). Jetflamma vid antändning av utströmmande gas. Explosion vid kraftig upphettning av tryckkondenserad gas som kokar och släpps ut momentant från en bristande tank (BLEVE <sup>6</sup> ).	Brännskador Tryckskador Förgiftningsskador vid inandning
Brandfarliga, giftiga och frätande vätskor	Breder ut sig på marken och bildar pölar som avdunstar. Giftiga ångor driver i väg med vinden.	Pölbrand vid antändning av vätskepöl. Explosion vid antändning av avdunstade ångor, eller vid blandning med oxiderande organiska peroxider.	Brännskador Tryckskador Förgiftningsskador vid inandning Frätskador vid hudkontakt

## 5.4. Projektspecifika data för beräkningar

Nedan redovisas övrig projektspecifika data som använts vid beräkningar av risknivåer, enligt metoden som beskrivs i beräkningsbilagan.

### 5.4.1. Vägtrafikdata Värmdöleden

Antal fordon förbi planområdet med farligt gods på Värmdöleden beräknas till 24 154 per år. Nedan anges övriga trafikdata till beräkningarna. Se beräkningsbilagan för mer information.

HASTIGHET	ANDEL SINGELOLYCKOR	KORRIGERINGSFAKTOR	INDEX FARLIGT GODS
90	0,32	1,7	0,25

En viktig parameter för att kunna bedöma sannolikheten för en trafikolycka, och därigenom också sannolikheten för en olycka med farligt gods är *olyckskvoten*. Detta är ett mått på mängden olyckor som sker på vägen. Enheten för olyckskvot är olyckor per miljon fordonskilometer. Den dimensionerande olyckskvoten ansätts till 0,32 olyckor per miljon fordonskilometer, värdet presenteras i VTI [18]. Dimensionerande olycksfrekvens beräknas därefter till 0,54 olyckor per miljon axelparskilometer, genom att multiplicera olyckskvoten med korrigeringsfaktorn.

<sup>5</sup> Unconfined Vapour Cloud Explosion.

<sup>6</sup> Boiling Liquid Expanding Vapour Cloud Explosion.



## 5.4.2. Vägtrafikdata Ormingeleden

Antal fordon förbi planområdet med farligt gods på Ormingeleden beräknas till 365 per år. Nedan anges övriga trafikdata till beräkningarna. Se beräkningsbilagan för mer information.

HASTIGHET	ANDEL SINGELOLYCKOR	KORRIGERINGSFAKTOR	INDEX FARLIGT GODS
70	0,2	1,8	0,12

Den dimensionerande olyckskvoten ansätts till 0,6 olyckor per miljon fordonskilometer, värdet presenteras i VTI. Dimensionerande olycksfrekvens beräknas därefter till 1,08 olyckor per miljon axelparskilometer, genom att multiplicera olyckskvoten med korrigeringsfaktorn.

## 5.4.3. Vägtrafikdata Lokalgatan

Antal fordon förbi planområdet med farligt gods på Lokalgatan beräknas till 183 per år. Nedan anges övriga trafikdata till beräkningarna. Se beräkningsbilagan för mer information.

HASTIGHET	ANDEL SINGELOLYCKOR	KORRIGERINGSFAKTOR	INDEX FARLIGT GODS
50	0,1	1,9	0,03

Den dimensionerande olyckskvoten ansätts till 0,6 olyckor per miljon fordonskilometer, värdet presenteras i VTI. Dimensionerande olycksfrekvens beräknas därefter till 1,14 olyckor per miljon axelparskilometer, genom att multiplicera olyckskvoten med korrigeringsfaktorn.

## 5.4.4. Frekvens för olycksscenarioer för vägtrafik

De enskilda scenariernas frekvenser i Tabell 7 är den data som frekvensmodellen lämnar över till riskmodellen som redovisas i bilagan. I riskmodellen används frekvenserna tillsammans med resultatet av konsekvensberäkningarna för att beräkna risknivåer.

Tabell 7. Frekvenser per år för respektive scenario vid vägtransport.

SCENARIO	FREKVENSS VÄRMDÖLEDEN	FREKVENSS ORMINGELEDEN	FREKVENSS LOKALGATA
Klass 1 detonation	3,8E-08	0,0E+00	0,0E+00
Klass 2 BLEVE	4,0E-08	0,0E+00	0,0E+00
Klass 2 jetflamma	5,1E-07	0,0E+00	0,0E+00
Klass 2 UVCE	1,2E-07	0,0E+00	0,0E+00
Klass 2 giftmoln	8,1E-08	0,0E+00	0,0E+00
Klass 3 pölbrand (direkt)	1,5E-04	4,6E-06	7,0E-07
Klass 3 pölbrand (fördröjd)	7,3E-05	2,3E-06	3,5E-07
Klass 3 giftmoln	1,6E-06	0,0E+00	0,0E+00
Klass 5 detonation	1,1E-07	0,0E+00	0,0E+00
Klass 6 giftmoln	5,9E-06	0,0E+00	0,0E+00
Klass 8	8,4E-05	0,0E+00	0,0E+00
<b>Summa:</b>	<b>3,1E-04</b>	<b>6,9E-06</b>	<b>1,1E-06</b>

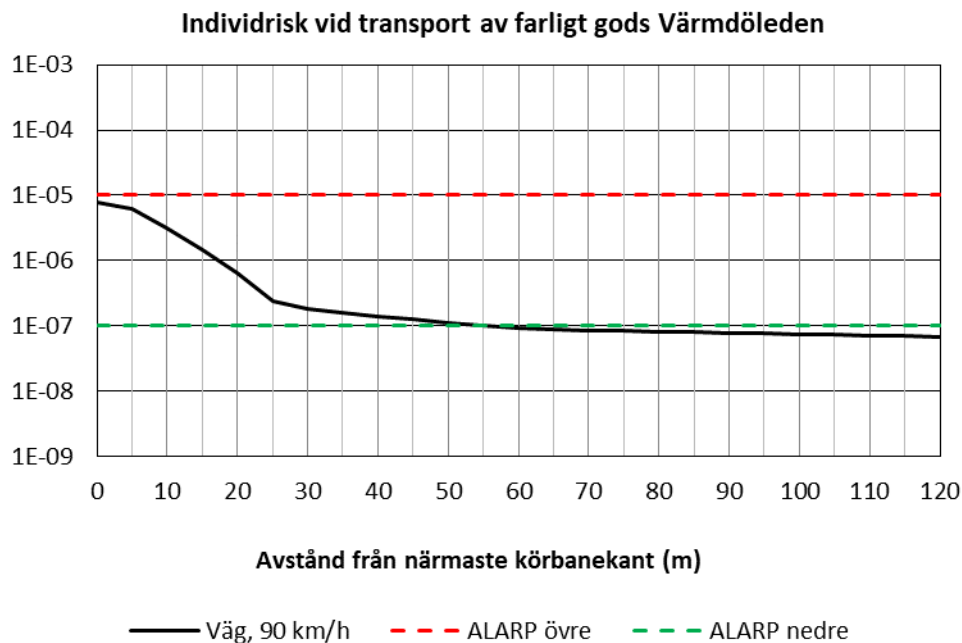




## 6. Risknivåer och riskvärdering

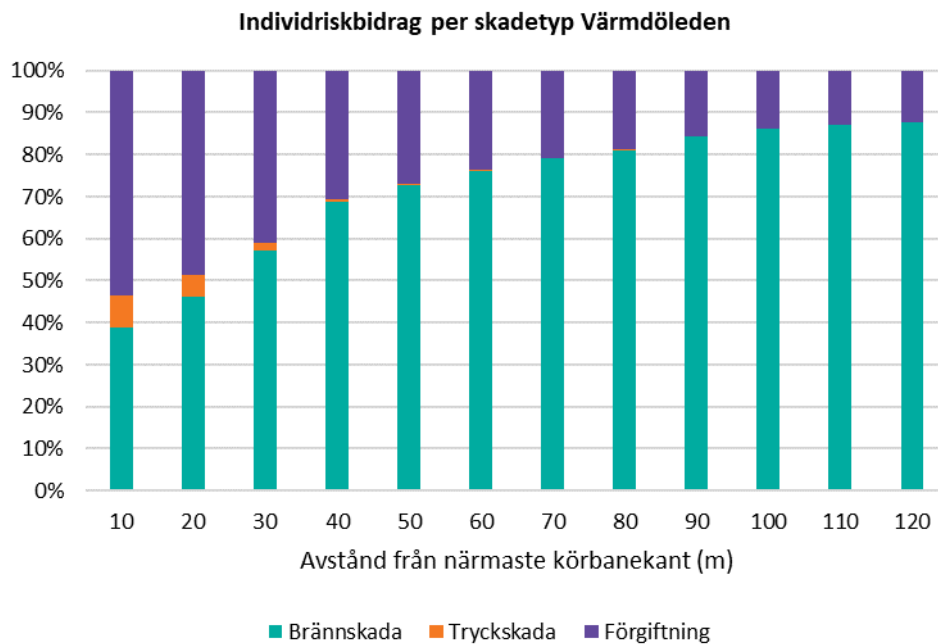
### 6.1. Individrisk utmed Värmdöleden

I Figur 9 redovisas beräknad individrisknivå utmed Värmdöleden. Individrisken understiger den nedre gränsen för ALARP på cirka 50 meters avstånd från närmaste körbanekant, och fastigheten är på drygt 50 meters avstånd. Individrisken är därmed att betrakta som låg enligt de föreslagna kriterierna från DNV. Det ska noteras att beräkningarna har gjorts med förutsättning att en höjdskillnad finns mellan Värmdöleden och planområdet. Beräkningsmässigt innebär höjdskillnaden att brandfarliga vätskor inte antas rinna mot planområdet vid en olycka. Beräkningarna tar dock inte hänsyn till att höjdskillnaden är positiv ur ett riskperspektiv vad gäller inkommande strålning eller spridning av giftig gas vid en olycka, vilket innebär att dessa beräkningar är mycket konservativa.



Figur 9. Individrisk vid transport av farligt gods på Värmdöleden utmed planområdet.

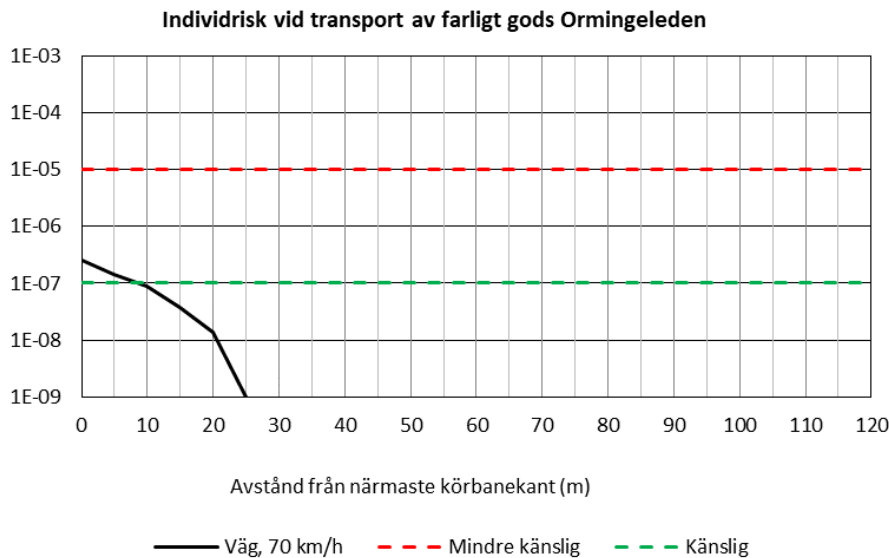
I Figur 10 redovisas individriskbidragen per skadetyper. Inom fastigheten utgör brännskador det största bidraget till individrisken. Olycksscenarierna som kan ge upphov till brännskador på detta avstånd utgörs av BLEVE och gasmolnexplosioner (UVCE). Pölbränder och jetflammar har generellt konsekvensavstånd som inte når fastigheten. Dessutom är planområdet placerad på en höjd i jämförelse med Värmdöleden. Giftiga gaser som släpps ut kan beroende på väderförhållanden spridas över stora avstånd.



Figur 10. Individeriskbidrag per skadetyp på Värmdöleden utmed planområdet.

## 6.2. Individerisk utmed Ormingeleden

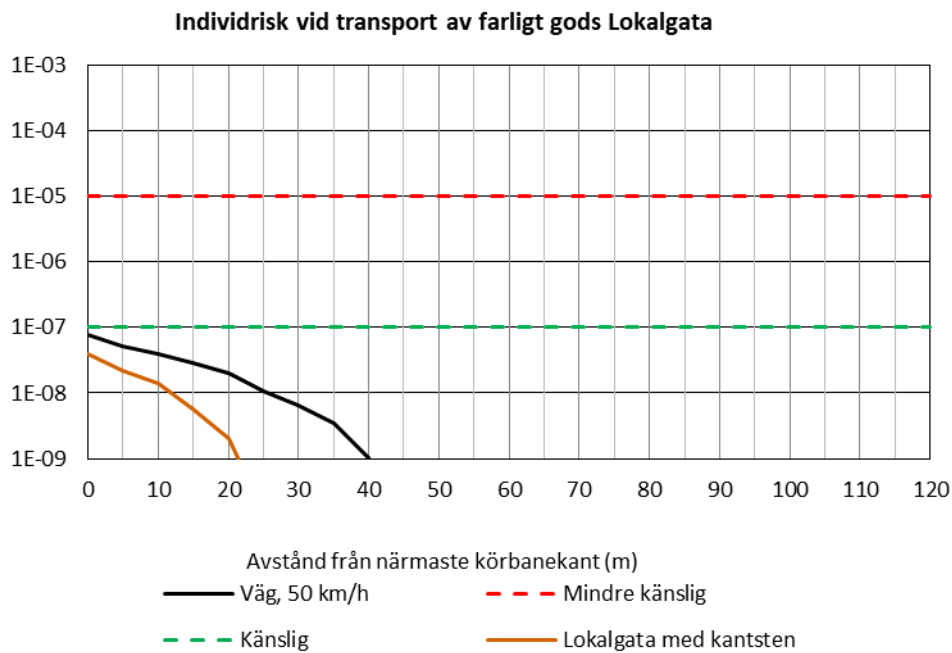
I Figur 11 redovisas beräknad individerisknivå utmed Ormingeleden. Individerisken för planområdet är därmed att betrakta som låg enligt de föreslagna kriterierna från DNV. Det ska noteras att beräkningarna har gjorts med förutsättning att en höjdskillnad finns mellan Ormingeleden och planområdet. Beräkningsmässigt innebär höjdskillnaden att brandfarliga vätskor inte antas rinna mot planområdet vid en olycka. Beräkningarna tar dock inte hänsyn till att höjdskillnaden är positiv ur ett riskperspektiv vad gäller inkommande strålning eller spridning av giftig gas vid en olycka, vilket innebär att dessa beräkningar är mycket konservativa.



Figur 11. Individerisk vid transport av farligt gods på Ormingeleden utmed planområdet.

### 6.3. Individerisk utmed lokalgatan

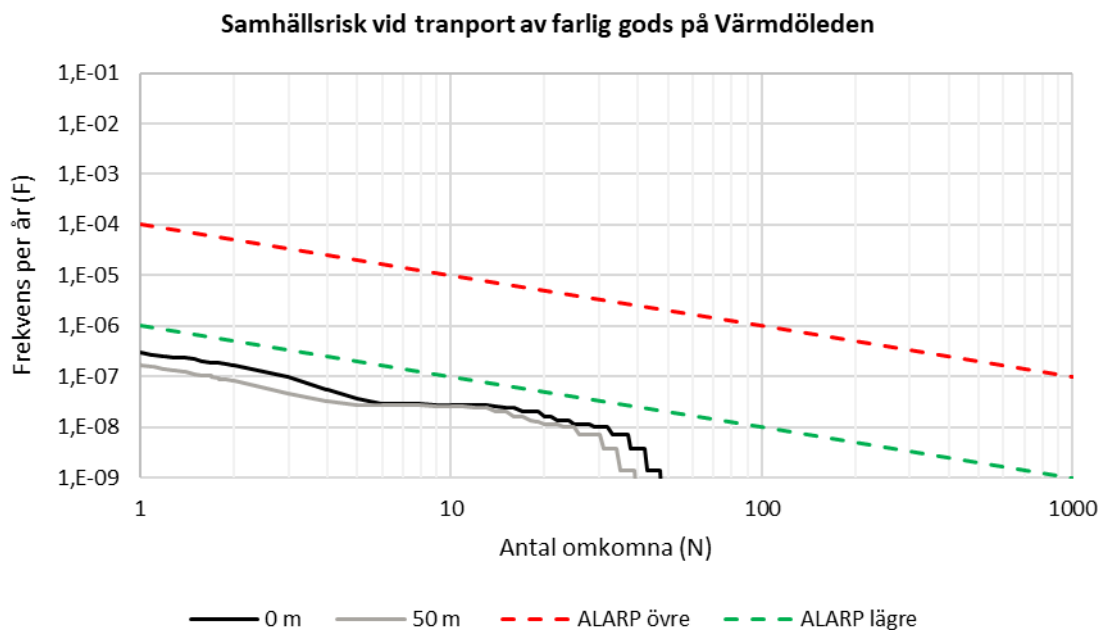
I Figur 12 redovisas beräknad individerisknivå utmed lokalgatan. Individerisken för planområdet är därmed att betrakta som låg enligt de föreslagna kriterierna från DNV. Närmsta fastighetsgräns från lokalgatan är 12 meter. Det bör dock beaktas att terrängen är lutande nedåt från lokalgatan mot de närmsta husen, vilket kan leda till att brandfarlig vätska rinner ned för slänten. För att undersöka hur risknivån förändras med avrinningskydd/kantsten (dvs. en åtgärd som motverkar att brännbar vätska rinner ner för slänten), har även en beräkning genomförts med förutsättningen att denna skyddsåtgärd implementeras. I Figur 12 visas beräknad individerisk utmed lokalgatan om den utförs med och utan avrinningskydd/kantsten. Notera att den beräknade individerisken för grundfallet utan avrinningskydd, kommer i beräkningen visa ett bättre riskutfall än vad det faktiskt borde vara, i och med den negativa terrängen. En grov bedömning skulle vara att individerisken når under ALARP i grundfallet först vid ca 10 meter från vägen.



Figur 12. Individrisk vid transport av farligt gods på Lokalgatan utmed planområdet.

## 6.4. Samhällsrisk Värmdöleden

Den beräknade samhällsrisk utifrån Värmdöleden presenteras i Figur 13. Samhällsrisk är under nedre ALARP området och risken kan därför betraktas som låg för planområdet. I Figur 13 visas samhällsrisk med ett bebyggelsefritt avstånd om 0 m och 50 m från Värmdöleden.



Figur 13. Samhällsrisk för planområdet med hänsyn till transport av farligt gods på Värmdöleden.



## 6.5. Samhällsrisk Ormingeleden och lokalgatan

Den beräknade samhällsrisk utifrån Ormingeleden och lokalgatan är så låg att alla kurvor ligger långt under ALARP området och inte syns ordentligt i figuren. Samhällsrisk orsakad av Ormingeleden och lokalgatan bedöms således som väldigt låg.

## 6.6. Riskavstånd för ny drivmedelstation

Då det planeras för att en drivmedelsstation ska etableras kommer skyddsavstånd till närliggande bostadsområde behöva tas i beaktning. Nedan i Tabell 8 presenteras MSB:s rekommenderade avstånd mellan drivmedelsstationen och bostadsområden [10]. Påfyllningsanslutning till cistern är aktuellt oavsett om cisternen är ovan mark eller nedgrävd.

MBS:s rekommendationer baseras på strålningsberäkningar vid pölbrand vid lossningsplats, vilket är den potentiellt största risken för bensinstationer med flytande drivmedel. 25 meter minimum skyddsavstånd mellan markanvändning för drivmedelsstation till markanvändning för annan bebyggelse rekommenderas därför i plan. Drivmedelsstationen ska i övrigt utföras på ett sådant sätt att ett läckage av brandfarlig vätska inte kan lämna området, vilket är normala regler och omhändertas vid projektering.

Tabell 8. Visar rekommenderade avstånd enligt MSB:s handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer [10].

OBJEKT	PÅFYLLNINGS- ANSLUTNING TILL CISTERN	MÄTAR- SKÅP	PEJL- FÖRSKRUVNING	CISTERN- AVLUFTNINGENSMYNNING
Plats där människor vanligen vistas (bostad, butik, kontor osv)	25 m	18 m	6 m	12 m

## 6.7. Bedömning av lämpliga säkerhetshöjande åtgärder

Det finns flera exempel på åtgärder som skyddar mot olyckor och ett sätt att kategorisera dem finns i Boverkets och Räddningsverkets vägledningsrapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [19]. Åtgärderna är kategoriserade efter typ av åtgärd. Dessa är sorterade efter hur de vanligen förhåller sig till byggnaden och byggskedet enligt följande:

- Åtgärder före byggskedet eller vid sidan av en byggnad – markåtgärder. Markåtgärderna delas in i markåtgärder respektive separations-/barriäråtgärder.
- Åtgärder förknippade med byggskedet – byggnadsåtgärder. Byggnadsåtgärder delas in i utformningsåtgärder och fasadåtgärder.

Exempel på markåtgärder är markbeläggning (genomsläpplig eller tät), invallning, och dike. Separationsåtgärder kan vara skyddsavstånd, vegetation, vall och mur. Utformningsåtgärder handlar om hur planområdet och byggnaderna disponeras så som förstärkning av stomme, placering av friskluftsintag. Ej öppningsbara fönster och brandskyddad fasad är två exempel på fasadåtgärder. I vägledningsrapporten finns detaljerad information om utformning av



**HANDLING**  
Riskutredning detaljplan

**PROJEKTNAMN**  
Verksamhetsområde Orminge  
Trafikplats

**STATUS**  
Version 5.2

**DATUM**  
2023-04-05

Transport av farligt gods och  
bensinstation

**REV. DATUM**  
2023-10-24

dessa säkerhetshöjande åtgärder och deras effekt mot olika typer av olyckor [19]. Där finns också information om hur sådana åtgärder kan beskrivas i detaljplaner.

För aktuellt planområde har beräkningarna visat att både individrisken och samhällsrisken för området bedöms som låg, givet ett skyddsavstånd på 50 meter till Värmdöleden och 15 meter till Ormingeleden. Enligt de riktlinjer som Länsstyrelsen Stockholm har presenterat (se 3.3.3), bedöms utformningen inte förleda några riskreducerande åtgärder. Detta är även vad resultatet från riskutredningen visar. Dock rekommenderas det att inom 15 meter från de båda lederna ska vara bebyggelsefritt område. Inom 25 m från de båda lederna (Värmdöleden och Ormingeleden) ska friskluftsintag placeras antingen på taket av byggnaden eller på sida som vetter bort från båda lederna samt att utrymning ska kunna ske bort från båda lederna. För lokalgatan rekommenderas det att den utförs med kantsten och avåkningskydd (mot småbostadshusen i norra delen) för att minimera riskerna för bostadsområdet.

För den planerade drivmedelsstationen ska utformningen följa de rekommendationerna som presenteras i MSB:s handbok för hanteringen av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer. Om drivmedelsstationen vill hantera fordonsgas bör en kompletterande riskbedömning göras.



## 7. Slutsatser och diskussion

### 7.1. Allmänt

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods är acceptabla för studerat planområde och angränsade bostäder. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella försiktighetsåtgärder kan därmed rekommenderas.

Både individrisk och samhällsrisk för planområdet är låga. Avståndet mellan Värmdöleden och planområdet är ca 50 meter, enligt Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer kan handel och drivmedelsstationer etableras utan några skyddsåtgärder. Avståndet mellan Ormingeleden samt Värmdöledens avfart (anses i denna rapport som en förlängning av Ormingeleden) och planområdet är ca 15 m. Utifrån att avståndet från Ormingeleden och Värmdöledens avfart till planområdet är relativt kort, rekommenderas utifrån rimlighetsprincipen att ventilationstekniska åtgärder samt utrymningsåtgärder ändå bör vidtas. För lokalgatan är individrisknivån låg och det skulle kunna argumenteras för att inte införa några skyddsåtgärder där alls. Men i och med att marken lutar från lokalgatan mot vissa av småhusen bredvid, så rekommenderas att ändå överväga skyddsåtgärderna avåkningsskydd och avrinningsskydd på den sida av vägen som vetter mot småhusbebyggelsen.

### 7.2. Rekommendationer

Utifrån beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar görs följande rekommendationer gällande skyddsåtgärder för byggnaderna inom planområdet:

- Inom 15 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart ska planområdet vara bebyggelsefritt.
- Inom 25 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart, ska evakuering av byggnader kunna ske i riktning bort från de båda lederna.
- Inom 25 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart, ska friskluftsintag placeras på taket av byggnaderna eller på sida som vetter bort från trafiklederna.
- Lokalgatan ska, i norra delen där transporter av farligt gods förväntas gå till drivmedelsstationen, placeras så att avstånd från väggkant till möjlig byggrätt (för byggnad där människor vanligen vistas) är minst 10 meter.
- Lokalgatan ska förses med avåkningsskydd i norra delen, mot småbostadshusen, med syfte att hindra tunga fordon att köra av vägen och åka ner för slänten mot de närliggande bostadshusen. Avåkningsskyddet kan vara en del av bullerskyddet, om bullerskyddet dimensioneras för detta ändamål. Denna rekommendation gäller längs den sträckning av lokalgatan där terrängen är negativ mot småhusen och avstånd från lokalgata till byggnad underskrider 25 meter.
- Lokalgatan ska förses med ett avrinningsskydd i norra delen, mot småbostadshusen, med syfte att hindra (brännbar) vätska från att rinna ner för slänten mot de närliggande bostadshusen. Detta kan utgöras av kantsten (ca 15-20 cm hög), eller vara en del av eventuellt bullerskydd (krävs att bullerskyddet är tätt mot mark). Detta rekommenderas längs en sträckning av lokalgatan där terrängen är negativ mot småhusen och avstånd från lokalgata till byggnad underskrider 25 meter.



- Mellan drivmedelsstationens lossningsplats och markanvändning för annan bebyggelse ska 25 meters skyddsavstånd hållas. Lossningsplatsen ska också placeras så att närliggande fastigheter för småhus ligger minst 25 meter bort.

Generellt kan sägas att risknivåerna från de olika vägarna och bensinstationerna ej är att bedöma som höga. De skyddsåtgärder som rekommenderas är bedömt konservativt ansatta för att ta hänsyn till potentiella framtida förändrade förutsättningar.

Att byggnader inom 25 meter från Ormingeleden och Värmdöledens avfart bör förses med ventilationstekniska åtgärder samt utrymningsåtgärder, utgår från Länsstyrelsens rekommendationer att inom 25 meter från farligt godsleder ska konsekvensen vid olycka beaktas högre än sannolikheten.

Rekommendationen avseende avåkningskydd och avrinningsskydd från lokalgatan baseras på att det är negativ terräng från lokalgata mot småhus. Om endast individrisknivån studeras, se Figur 12, så skulle det kunna argumenteras för att inte ha några skyddsåtgärder där alls. Men för att ligga på den säkra sidan rekommenderas ändå att dessa skyddsåtgärder bör övervägas.

Ovan skyddsavstånd från bensinstationen utgår från förutsättningen att det inom drivmedelsstationen inte hanteras gasformiga drivmedel (fordonsgas). Om denna förutsättning förändras, bör en kompletterande riskbedömning göras.

Notera att föreslagna skyddsåtgärder och dess avstånd är de som Briab rekommenderar utifrån denna utredning. Kommunen kan själva avgöra om skyddsavstånden i denna rapport bör ökas utifrån andra miljöaspekter eller ett framtida robusthetsperspektiv.





## 8. Referenser

- [1] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [2] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Riskhänsyn i fysisk planering," [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/samhallsplanering/riskhansyn-i-fysisk-planering/>.
- [3] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [4] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003.
- [5] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003.
- [6] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," Räddnings- och säkerhetsavdelningen, Stockholm, 2000.
- [7] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Fakta 2016:4 Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.
- [8] Boverket, "Bättre plats för arbete - Boverkets allmänna råd 1995:5," 1995.
- [9] A. Westerfors, "Bensin & dieselhantering, miljörapport 2002:3,," Miljökontoret, Luleå kommun., Luleå, 2002.
- [10] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Handbok - hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [11] Trafikverket, "PM Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2066," Trafikverket, Borlänge, 2020.
- [12] MB4Traffic, "Trafikanalys, verksamhetsområde vid Orminge Trafikplats," 2023-06-30.
- [13] Briab, "Riskutredning - Nyetablering av bensinstation inom Lännersta 10:1 och Tollare 1:3, Nacka," Stockholm, 2014.
- [14] Briab, "Riskbedömning för Förnyelseplan, Tollare 1:3 (del av), Nacka kommun," Briab, 2016.
- [15] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), "Transport av farligt gods," 2020. [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/farligt-gods/>.

**HANDLING**

Riskutredning detaljplan

Transport av farligt gods och bensinstation

**PROJEKTNAMN**Verksamhetsområde Orminge  
Trafikplats**STATUS**

Version 5.2

**DATUM**

2023-04-05

**REV. DATUM**

2023-10-24

- 
- [16] HMSO, "Major hazard aspects of the transport of dangerous substances - report and appendice," Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.
- [17] Länsstyrelsen i Skåne län, "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM) - bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods," Rapport "Skåne i utveckling" 2007:06, 2007.
- [18] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport," Karlstad, 1996.
- [19] Räddningsverket och Boverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," 2006.

# Bilagor till riskutredning detaljplan



## Transport av farligt gods

2023-08-31

---

**PROJEKTNAMN**

Verksamhetsområde Orminge trafikplats

**STATUS**

Version 3

**KOMMUN OCH FASTIGHET**

Lännersta 10:1, Tollare 1:3  
Nacka Kommun

**UPPDRAGSGIVARE**

Tranviks Udde Fastigheter



**Briab**  
The right side of risk



# 1. Frekvenser för olycka med farligt gods

## 1.1. Generella indata

### 1.1.1. Olycksriktning

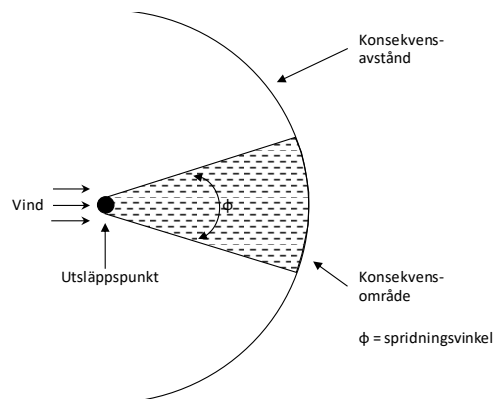
Med "olycksriktning" menas att hänsyn måste tas i vilken riktning som olyckan breder ut sig. Flertalet av scenarierna som kan inträffa är beroende av omgivningsförhållanden som vindriktning, men även olycksförloppets karakteristiska gör att den inte har en cirkulär påverkan. I Tabell 1 redovisas vilken reduktion som måste göras i samband med beräkning av risk.

Tabell 1. Korrektion för olyckans riktning.

SCENARIO	BESKRIVNING	KORRIGERING
Giftmoln	Utbredning i vindriktningen <sup>1</sup> (22°)	22 / 360 = 0,061
BLEVE	Cirkulär utbredning	1,0
UVCE	Utbredning i vindriktningen <sup>1</sup> (22°)	22 / 360 = 0,061
Jetflamma	Riktning uppåt, mot eller bort <sup>2</sup>	2/3 = 0,67
Pölbrand	Cirkulär utbredning	1,0
Frätande ämne	Riktning mot eller bort <sup>3</sup>	1/2 = 0,50
Urspårning	På båda sidor om spåret	1,0

### 1.1.2. Spridningsvinkel

Giftmoln driver i väg med vinden. Gasen sprids i huvudsak längs med vindriktningen, men även till viss del i sidled. Spridningen i sidled bestäms av en spridningsvinkel, vilken i första hand beror på vindhastigheten. I Figur 1 visas en schematisk bild av spridningsförloppet. Spridningsvinkeln kan beräknas med en metod som visas i Figur 2.



Figur 1. Illustration av konsekvensavstånd, konsekvensområde och spridningsvinkel vid spridning av giftmoln.

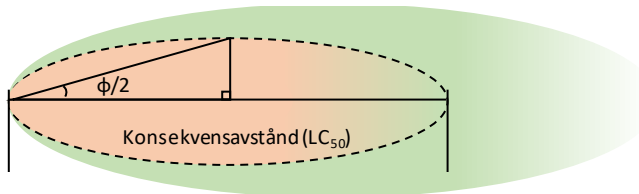
<sup>1</sup> I avsnitt 1.1.2 redovisas hur spridningsvinkeln beräknats.

<sup>2</sup> Jetflamman antas kunna vara riktad mot området, bort från området eller uppåt. Flammor som är riktade bort från området tas inte med i analysen.

<sup>3</sup> Utsläpp av frätande ämne antas kunna ske mot eller bort från området. Utsläpp som riktas bort tas inte med i analysen.



Vid halva avståndet till LC50 (se Figur 2) längs utsläppets centrumlinje mäts avståndet i sidled ut till samma koncentration. Denna sträcka är den motstående kateten till halva spridningsvinkeln.



Figur 2. Illustration hur spridningsvinkeln kan beräknas med utgångspunkt i gasspridningsmodellen.

Spridningsvinkeln har beräknats för olika väder- och vindförhållanden och redovisas i Tabell 2. Beräkningar har utförts med metodiken redovisad i avsnitt 2.

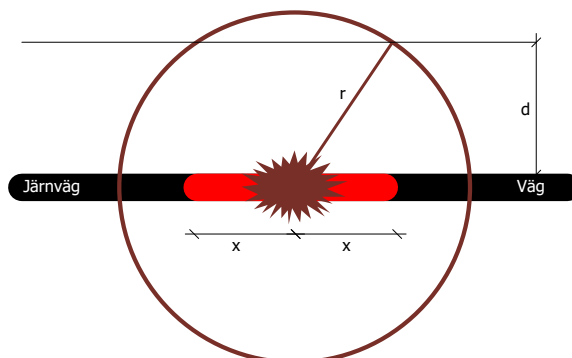
Tabell 2. Sammanställning av spridningsvinkel för olika väder- och vindförhållanden.

STABILITETSKLASS	VINDHASTIGHET	SPRIDNINGSVINKEL
Instabil	1–4 m/s	29–31°
Neutral	2–8 m/s	15–29°
Stabil	1–4 m/s	11–33°

Spridningsvinkeln blir smalare ju mer det blåser och vinkeln antar sitt högsta värde när vindhastigheten är 1 m/s. Med hjälp av statistisk analys som bygger på indata relevant för spridning i luft (se avsnitt 2) kan det konstateras att spridningsvinkeln kommer vara 22° eller lägre i 95 % av fallen. 22° används som dimensionerande värde i riskanalysen.

### 1.1.3. Korrigeringsfaktor för att bedöma frekvensen att specifik olycka påverkar en punkt på ett givet avstånd från transportleden

Olycksfrekvenserna som beräknas utgår från en sträcka på 1 km. Eftersom de flesta olyckor endast påverkar en liten del av denna sträcka är det nödvändigt att korrigera för hur ofta en olycka som har en given utbredning, påverkar en punkt på ett visst avstånd från transportleden. Detta kan göras med en modell som bygger på den som redovisas i Figur 3.



Figur 3. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.

Om olyckan har utbredningen  $r$  så måste olyckan inträffa på sträckan  $2x$  för att ge en påverkan på avståndet  $d$  från transportleden. Notera att det endast är intressant att studera



de fall där  $d \leq r$ , eftersom om  $d > r$  blir det ingen konsekvens. Med hjälp av Pythagoras sats<sup>4</sup> kan  $x$  beräknas och sannolikheten att olyckan med utbredningen  $r$  påverkar avståndet  $d$  vid en olycksfrekvens angiven per kilometer blir således:

$$\frac{2\sqrt{r^2 - d^2}}{1\,000}$$

## 1.2. Scenarier

Nedan förtydligas huvud- och underklasser och vilka scenarier som analyseras.

### *Explosivämnen (ADR/RID-klass 1)*

Explosivämnen kan detonera på grund av stötar i samband med olycka, vid värmepåverkan i samband med fordonsbrand eller på grund av felaktiga förpackningar.

### *Gaser (ADR/RID-klass 2)*

Gaser delas in i tre huvudgrupper – de som är brännbara, de som är giftiga och de som inte utgör någon fara för omgivningen. För brännbara gaser behövs kännedom om vilka olyckor som inträffar. Om utsläpp av brännbara gaser sker kan följande inträffa<sup>5,6</sup>:

- Ingen antändning, 30 %.
- UVCE, 50 %.
- BLEVE, 1 %.
- Jetflamma, 19 %.

### *Brandfarliga vätskor (ADR/RID-klass 3)*

Följande olyckor beaktas vid utsläpp av brandfarliga vätskor<sup>5,6</sup>:

- Ingen antändning, 94 %
- Fördröjd antändning, 3 % och omedelbar antändning, 3 %

### *Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR/RID-klass 5) som kan orsaka explosion vid blandning med brännbara vätskor*

Oxiderande ämnen i klass 5 utgör normalt ingen påtaglig risk för omgivningen. Under särskilda omständigheter kan en explosion inträffa, vilket sker om vissa typer av oxiderande ämnen blandas med brännbar vätska. De ämnen inom ADR/RID-klass 5 som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider, vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Det uppskattats att oxiderande ämne och brandfarlig vätska vid olycka på väg kommer i kontakt med varandra i 50 % av olyckorna och att det är en sannolikhet på 10 % att explosion sker

<sup>4</sup> Pythagoras sats anger sambandet mellan sidorna i en rätvinklig triangel där kvadraten på hypotenusan är lika med summan av kvadraterna på kateterna.

<sup>5</sup> Purdy, G., *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Journal of Hazardous Materials, 33, pp 229-259, 1993.

<sup>6</sup> CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.



efter kontakt<sup>7</sup>, givet att de oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka en explosion vid blandning med brännbar vätska.

#### *Giftiga ämnen (ADR/RID-klass 6)*

Giftiga ämnen i klass 6 transporteras antingen i flytande eller fast form. Ämnen i fast form utgör normalt ingen akut påverkan på omgivningen.

#### *Frätande ämnen (ADR/RID-klass 8)*

Samtliga läckage av ämnen i klass 8 kan orsaka skada på omgivningen.

### 1.3. Olyckor på väg

De allra flesta olyckor med transport av farligt gods är i grunden trafikolyckor vid vilka tankens skadas och utsläpp sker. Beräkning av antalet olyckor som leder till utsläpp av farligt gods kan göras med en modell som bygger på kännedom om:

1. Trafikarbete uttryckt som antal axelparskilometer med transport av farligt gods per år.
2. Olycksfrekvens uttryckt i antal olyckor per axelparskilometer.
3. Index för farligt godsolycka, vilket anger sannolikheten för utsläpp av farligt gods, givet att en trafikolycka inträffar.

Trafikarbete för fordon som medför farligt gods beräknas för en referenstid av ett år och utgör ett underlag för att bedöma det årliga antalet olyckor med fordon som medför farligt gods.

När olycksfrekvensen ska beräknas krävs kännedom om olyckskvoten, trafikarbetet och andelen singelolyckor. Modellen som beräknar antalet olyckor utgår från att alla olyckor är singelolyckor. Därför är det nödvändigt att kompensera för att fler än en bil kan vara inblandad i en trafikolycka. Detta kan lämpligen göras med en korrigeringsfaktor redovisad i Tabell 3 och beräknad enligt nedanstående modell<sup>8</sup>:

$$K_s = Y + 2 \cdot (1 - Y)$$

Data avseende andel singelolyckor har kurvanpassats för att ge möjlighet att bedöma värden för hastighetsbegränsningar som ej finns redovisade i ursprungsmaterialet.

Tabell 3. Andel singelolyckor i stad och på landsbygd.

HASTIGHETSBEGRÄNSNING	ANDEL SINGELOLYCKOR, Y	KORRIGERINGSFAKTOR, K <sub>S</sub>
30 km/h	0,10	1,90
40 km/h	0,10	1,90
50 km/h	0,10	1,90
60 km/h	0,20	1,80
70 km/h	0,20	1,80
80 km/h	0,30	1,70
90 km/h	0,30	1,70
100 km/h	0,35	1,65

<sup>7</sup> Riskanalysen i den fördjupade översiktsplanen för Göteborg använder en sannolikhet för explosion på 0,8 %, i jämförelse med 5,0 % som används i denna analys. Kunskapsunderlaget är litet och därför är det nödvändigt med konservativa antaganden.

<sup>8</sup> Väg- och Trafikforskningsinstitutet, *Vägtransporter med farligt gods – Farligt gods i vägtrafikolyckor*, rapport nr 387:3, 1994.



HASTIGHETSBEGRÄNSNING	ANDEL SINGELOLYCKOR, Y	KORRIGERINGSFAKTOR, K <sub>S</sub>
110 km/h	0,35	1,65
120 km/h	0,35	1,65

Olycksfrekvensen  $OF$  uttryckt i förväntat antal olyckor med fordon som medför farligt gods per fordonskilometer beräknas enligt nedanstående uttryck.

$$OF = O_k \cdot K_S$$

där:

$O_k$  = Olyckskvoten. Om olyckskvot anges i enheten olyckor per miljon fordonskilometer räknas den om till enheten olyckor per miljon axelparskilometer. Se huvudrapporten för mer information.

$K_S$  = Korrigeringsfaktor för olyckor med fler än ett fordon inblandade.

VTI<sup>8</sup> anger ett index för farligt godsolycka, vilket ska tolkas som sannolikheten för utsläpp av farligt gods, givet att en trafikolycka inträffar. Indexet är beroende av hastigheten med vilken olyckan inträffar, se Tabell 4. VTI har i sin redovisning av olyckskvoten utgått från ett statistiskt underlag för 70 km/h och därefter har VTI antagit att olyckskvoten är proportionerlig mot rörelseenergin i kvadrat, ett samband som använts för att beräkna olyckskvoterna för övriga hastigheter.

Tabell 4. Index för farligt godsolycka<sup>9</sup>.

HASTIGHETSBEGRÄNSNING	INDEX FÖR FARLIGT GODSOLYCKA
30 km/h	0,01
40 km/h	0,02
50 km/h	0,03
60 km/h	0,06
70 km/h	0,12
80 km/h	0,22
90 km/h	0,25
100 km/h	0,31
110 km/h	0,40
120 km/h	0,51

Index för farligt godsolycka i Tabell 4 gäller för tunnväggiga tankar, det vill säga alla transporter undantaget tryckkondenserade gaser i ADR-klass 2. För dessa tankar är index för farligt godsolycka 1/30-del av värdet som anges där<sup>10</sup>.

Explosivämnen i ADR-klass 1 kan inte hanteras på samma sätt som övrigt farligt gods då sannolikheten för en detonation inte är direkt relaterad till det faktum att det sker en olycka där farligt gods läcker ut. Detonation av explosivämnen kan ske antingen genom fordonsbrand, vid kollisionsvåld eller genom defekt material/förpackning. Det finns statistik från Storbritannien (där transporter sker under liknande regelverk) som tydligt belyser risker

<sup>9</sup> Notera att index för farligt godsolycka för hastigheter större än 80 km/h är baserade på uppgifter för landsbygd då underlag saknas för stad.

<sup>10</sup> Räddningsverket, *Farligt Gods – riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*, 1996.





med transport av explosivämnen. Frekvensen för detonation har bestämts till  $1,1 \cdot 10^{-9}$  per fordonskilometer<sup>11</sup>.

### 1.3.1. Sammanställning av frekvenser för enskilda scenarier

Frekvenserna för respektive scenario beräknas enligt nedanstående modell:

$$F_{\text{scenario}} = OF \cdot T \cdot N_{\text{ADR-X}} \cdot N_{\text{ADR-X.X}} \cdot I_{\text{FaGo-olycka}} \cdot P_{\text{kons|ADR-X.X}} \cdot K_{\text{riktn}}$$

där:

$OF$  är olycksfrekvensen.

$T$  är trafikarbetet i form av axelparskilometer per år.

$N_{\text{ADR-X}}$  är andelen av farligt gods i huvudklass ADR 1-9.

$N_{\text{ADR-X.X}}$  är andelen inom respektive ADR-klass.

$I_{\text{FaGo-olycka}}$  är index för farligtgoodsolycka.

$P_{\text{kons|ADR-X.X}}$  är sannolikheten att ett visst scenario inträffar givet utsläpp i en specifik underklass.

$K_{\text{riktn}}$  är en korrigeringsfaktor som tar hänsyn till i vilken riktning olyckan breder ut sig.

De enskilda scenariernas frekvenser är den data som frekvensmodellen lämnar över till "riskmodellen". I riskmodellen används ovanstående frekvenser tillsammans med resultatet av konsekvensberäkningarna i avsnitt 2.

En tabell över beräknade frekvenser redovisas i huvudrapporten.

## 2. Konsekvenser av olyckor med farligt gods

### 2.1. Beräkning av konsekvenser

I detta avsnitt redovisas de modeller som har använts för beräkning av olyckornas konsekvenser. Syftet med avsnittet är att visa vilka modeller som använts på en övergripande nivå. Huvudreferens för detta avsnitt är:

Fischer, S. m.fl., *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1998.

Om inget annat anges kommer beräkningsmetodik och ekvationer från ovanstående referens.

#### 2.1.1. Detonation

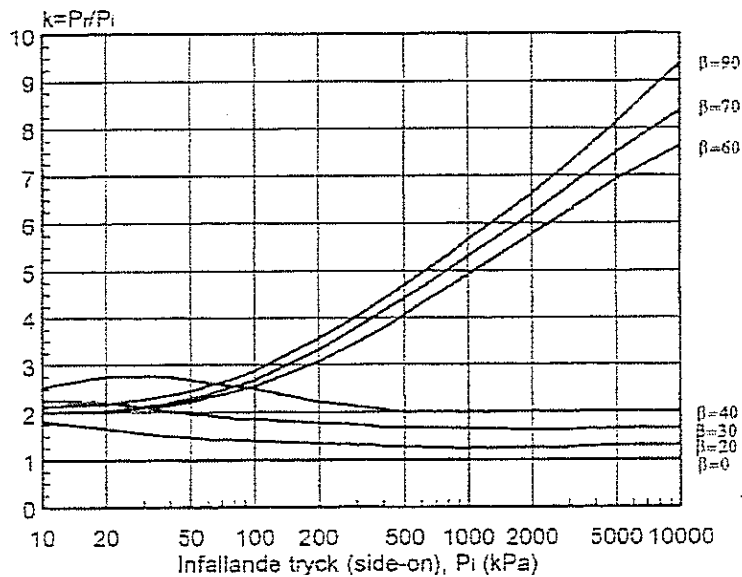
Beräkning av tryckverkan vid detonation av explosivämne i ADR/RID-klass 1 och ADR/RID-klass 5 utförs enligt nedanstående metodik<sup>12</sup>:

<sup>11</sup> HMSO, *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances – report and appendices*, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.

<sup>12</sup> Fischer, S. m.fl., *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1998.



- Inledningsvis beräknas laddningsvikten, vilken är en statistisk fördelning relaterat till förekommande transporter av farligt gods. Laddningsvikten ökas 1,8 gånger för att ta hänsyn till att explosionen sker nära mark (och ej fritt i luften).
- Det skalade avståndet ( $r/Q^{1/3}$ ) beräknas där  $r$  är avståndet till laddningen och  $Q$  är den omräknade laddningsvikten.
- Med hjälp av information i Figur 4 kan det infallande fria trycket på ett givet avstånd beräknas. Det fria trycket används sedan för att uppskatta skador på människor och egendom.



Figur 4. Maximalt övertryck respektive kvot mellan reflekterat- och infallande tryck där  $\beta = 90$  innebär vinkelrätt tryckinfall (dimensionerande värde).

## 2.1.2. Avdunstning

Massflödet vid avdunstning behöver bedömas för att kunna uppskatta effekterna av spridning i luft vid utsläpp av giftig brandfarlig vätska i ADR/RID-klass 3. Massflödet beror på karakteristiska för utsläppt ämne (ångtryck, densitet, molekylvikt), vind samt utsläppets area. Beräkningen av massflödet görs genom att utnyttja det dimensionslösa masstransporttalet  $B$  med ekvationer<sup>13</sup> enligt nedan. Traditionellt används alternativa metoder inom andra ingenjörsciensdiscipliner, men jämförande beräkningar visar att de olika metoderna överensstämmer väl<sup>13</sup>. Nedanstående ekvationer gäller för vätskor vars kokpunkt är högre än omgivningens temperatur.

$$Y_{FW} = \frac{1}{\left[1 + \left[\left(\frac{p}{p_F} - 1\right)\left(\frac{M_{luft}}{M_F}\right)\right]}\right]} \quad (1)$$

$$B = \frac{(Y_{Fv} - Y_{FW})}{(Y_{FW} - Y_{FR})} \quad (2)$$

<sup>13</sup> Andersson, B., *Introduktion till konsekvensberäkningar, några förenklade typfall*, Institutionen för Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1992.



$$Re = u \cdot D_{eq} / \nu \quad (3)$$

$$Nu = 0,037 \cdot Re^{4/5} \cdot Pr_{luft}^{1/3} \quad (4)$$

$$h = Nu \cdot k_{luft} / D_{eq} \quad (5)$$

$$Q'' = \frac{(h / C_{Pr_{luft}}) \cdot \ln(1 + B)}{1000} \quad (6)$$

$$Q = Q'' \cdot A \quad (7)$$

$$D_{eq} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (8)$$

där

$Y_{FW}$  = Massfraktion bränsle vid ytan i gasfas.

$Y_{F_{\infty}}$  = Massfraktion bränsle i luften ovanför bränsleytan.

$Y_{FR}$  = Massfraktion bränsle i vätskepoLEN.

$p$  = Lufttryck = 101,3 kPa.

$p_F$  = Ångtryck för bränsle i kPa.

$M_{luft}$  = Molekylvikt för luft = 28,85 g/mol.

$M_F$  = Molekylvikt för bränsle i g/mol.

$B$  = Dimensionslöst masstransporttal.

$Re$  = Reynolds tal, dimensionslöst.

$Nu$  = Nusselts tal, dimensionslöst.

$Pr_{luft}$  = Prandtl's tal för luft, dimensionslöst = 0,71.

$u$  = Vindhastighet, m/s.

$D_{eq}$  = PöLEns ekvivalenta diameter<sup>14</sup>, m.

$A$  = PöLEns area, m.

$\nu$  = Kinematisk viskositet för luft =  $15,08 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

$h$  = Konvektivt värmeövergångstal, W/m<sup>2</sup>K.

$k_{luft}$  = Konduktivitet för luft = 0,02568 W/mK.

$Q''$  = Massflöde från ytan, kg/m<sup>2</sup>s.

$Q$  = Massflöde från ytan, kg/s.

<sup>14</sup> Den ekvivalenta diametern används för att skapa en cirkel med samma area som själva vätskepoLEN.



$$C_{P_{luft}} = \text{Värme kapacitet för luft} = 1 \text{ J/gK.}$$

Det är även möjligt att beräkna hur lång tid det tar för hela pölen att förångas. Förångningshastigheten (massflödet) används sedan som indata till spridningsmodellen. Om den avdunstade vätskan antänds gäller inte denna modell, utan modellen för beräkning av konsekvensen av en pölbrand (se avsnitt 2.1.7).

### 2.1.3. Utströmning av gas (i vätskefas)

Vid utsläpp av tryckkondenserade gaser krävs kännedom om källstyrka (kg/s) och den initiala spridningsmodellen vilken är en så kallad turbulent jet (fri cirkulär jet i medvind).

$$Q = C_d A \sqrt{\frac{2(P_0 - P_a)}{v_f}} \quad (9)$$

$$F = \frac{Q^2 v_f}{C_d A} \quad (10)$$

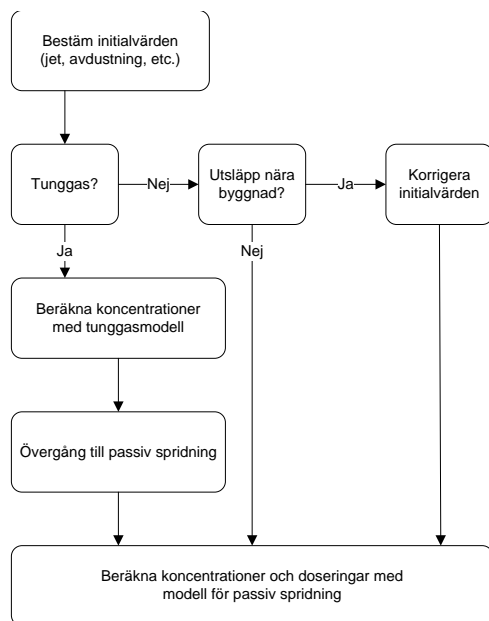
där,

- $Q$  = Massflödet, kg/s.
- $C_d$  = Kontraktionsfaktor för vätskeutströmning.
- $A$  = Hålstorlek, m<sup>2</sup>.
- $P_0$  = Tanktryck, Pa.
- $P_a$  = Atmosfärstryck, Pa.
- $v_f$  = Specifik volym hos vätskefas, m<sup>3</sup>/kg.
- $F$  = Rörelsemängdsflöde i jetstråle, N.

### 2.1.4. Spridning i luft

Följande flödesschema<sup>15</sup> för utsläpp används för att uppskatta spridning i luft:

<sup>15</sup> Fischer, S. m.fl., *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1998.



Figur 5. Flödesschema<sup>15</sup> för kontinuerliga utsläpp.

## Källmodell

Källmodellen kan antingen vara modellen för avdunstning i avsnitt 2.1.2 eller modellen för bestämning av källstyrka vid utsläpp av tryckkondenserade gaser i avsnitt 2.1.3.

### Bestäm initialvärden

Värden för den initiala utspädningsprocessen<sup>15</sup> bestäms med följande ekvationer:

#### Avdunstning

= 0 i pölens kant uppströms i vindriktningen

$$\sigma_{y0} = 0,25 \cdot D_{eq} \quad (11)$$

$$\sigma_{z0} = 0,05 \cdot D_{eq} \quad (12)$$

där

$\sigma_{y0}, \sigma_{z0}$  = Initiala utspädningskoefficienter i y- respektive z-led.

#### Tryckkondenserad gas

Utströmning av tryckkondenserad gas sker med en så kallad turbulent jet för vilken följande initiala dimensionsmått erhålls:

$$\sigma_{y0} = \sigma_{z0} = 0,44R(x_{tr}) \quad (13)$$

### Tunggas?

Nästa steg blir att avgöra om det finns ett tunggassteg eller inte vid beräkning av koncentrationer. Om tunggassteget inte existerar kan modellen för passiv spridning användas direkt. Tunggaseffekterna är försumbara när molnets tillväxt i sidled nått ner till samma värde som för passiv spridning. Detta kan uttryckas som ett avståndsvillkor för tunggasmodellens giltighet:



$$x \leq \frac{0,037L_b}{(\sigma'_{yp})^3} - \frac{\sigma_{y0}^{3/2}}{0,35L_b^{1/2}} = x_{\max} \quad (14)$$

$$\sigma'_{yp} = \beta \left( \frac{z_0}{z_{03}} \right)^{0,2} \quad (15)$$

$$L_b = g \left( 1 - \frac{M_{luft}}{M_{F_{eff}}} \right) \cdot \frac{Q}{\rho_a u^3} \quad (16)$$

$$M_{F_{eff}} = M_F \left[ 1 + \frac{c_{pg}(T_a - T_{g0})}{c_{pa}T_a} \right] \quad (17)$$

där

$T_{g0}$  = Gasens temperatur före luftinblandning, K

Eftersom gasens temperatur innan inblandning av luft är densamma som efter luftinblandning är  $M_{F_{eff}} = M_F$ . Tunggasmodellen ska tillämpas i intervallet  $0 \leq x \leq x_{\max}$  varefter en övergång till modell för passiv spridning ska göras. Om  $x_{\max}$  är mindre än noll så ska tunggasmodellen överhuvudtaget inte användas.

#### Beräkning av koncentrationer med tunggasmodell

I intervallet  $0 \leq x \leq x_{\max}$  har plymen en maximal koncentration i vindriktningen enligt nedanstående ekvation.

$$X_{\max}(x) = X(x, 0, 0) = \frac{85Q \cdot K_r^{-1} \cdot K_s}{\left( x + \sqrt{85\pi \cdot K_r^{-1} \cdot K_s \cdot \sigma_{z0} \cdot \sigma_{y0}} \right)^2 \cdot u} \quad (18)$$

$$K_r = \left( \frac{z_0}{z_{01}} \right)^{0,2} \quad (19)$$

där

$X_{\max}$  = Maximal koncentration i vindriktningen, kg/m<sup>3</sup>.

$K_r$  = Korrektionsfaktor för skrovlighet (ytråhet).

$K_s$  = Korrektionsfaktor för atmosfärsstabilitet.

$z_{01}$  = Referenslängd för skrovlighet (ytråhet) = 0,01 m.

Plymens bredd- och höjdmått beräknas med följande ekvationer.

$$\sigma_y(x) = \left[ \sigma_{y0}^{3/2} + 0,35L_b^{1/2}x \right]^{2/3} \quad (20)$$



$$\sigma_z(x) = \frac{\left(x + \sqrt{85\pi \cdot K_r^{-1} \cdot K_s \cdot \sigma_{z0} \cdot \sigma_{y0}}\right)^2}{85\pi \cdot K_r^{-1} \cdot K_s \cdot \sigma_y(x)} \quad (21)$$

där

$\sigma_y(x)$  = Standardavvikelse för masskoncentration i y-led, m.

$\sigma_z(x)$  = Standardavvikelse för masskoncentration i z-led, m.

### Övergång till passiv spridning

Vid  $x_{\max}$  är inte längre tunggasmodellen tillämpbar. Plymen har då fått standardavvikelser enligt ekvationerna (20) och (21) med  $x = x_{\max}$  och dessa värden på  $\sigma_y$  och  $\sigma_z$  används som initiala värden ( $\sigma_{y0}$  och  $\sigma_{z0}$ ) i modellen för passiv spridning.

### Beräkning av koncentrationer med modell för passiv spridning

För den passiva spridningsfasen rekommenderas en gaussisk spridningsmodell i stället för en mindre realistisk boxmodell. Spridningsmodellen ger koncentrationen av gas på ett givet avstånd från utsläppspunkten med hjälp av nedanstående ekvationer.

$$X(x, y, z) = \frac{Q}{2 \pi \sigma_y \sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (22)$$

där

$X(x, y, z)$  = Koncentrationen på avståndet x, y och z, kg/m<sup>3</sup>.

$Q$  = Utsläppets källstyrka, kg/s.

$\sigma_y, \sigma_z$  = Dispersionskoefficienter i sid- och höjddled

$u$  = Vindhastigheten, m/s.

$H$  = Utsläppets höjd, m

Dispersionskoefficienterna som styr spridning i sid- och höjddled beräknas enligt nedan.

$$\sigma_y = \frac{a_y(x + x_{y0})}{(1 + b_y(x + x_{y0}))^{\gamma_y}} K_{rp} K_{yt} \quad (23)$$

$$\sigma_z = \frac{a_z(x + x_{z0})}{(1 + b_z(x + x_{z0}))^{\gamma_z}} K_{rp} \quad (24)$$

där  $a$ ,  $b$ , och  $\gamma$  är parametrar som beror på rådande stabilitet;  $x_{y0}$  och  $x_{z0}$  är avstånden till så kallade virtuella källor, det vill säga de koordinatförskjutningar som är nödvändiga för att plymen ska få rätt bredd och höjd initialt.  $K_{rp}$  anger en korrigering för underlagets skrovlighet och  $K_{yt}$  för samplingstidens (medelvärdesbildningstidens) påverkan på den horisontella





spridningen. För bebyggt område är  $K_{rp} = 1$  och  $K_{yt}$  antar ett värde på 1,0 då den önskade medelvärdesbildningstiden är densamma som medelvärdetiden (500 s).

Tabell 5. Konstanter för olika stabilitetsklasser.

STABILITETSKLASS	$A_y$	$B_y$	$\gamma_y$	$A_z$	$B_z$	$\gamma_z$
A	0,32	0,0004	0,5	0,24	0,001	-0,5
B	0,32	0,0004	0,5	0,24	0,001	-0,5
C	0,22	0,0004	0,5	0,20	0	0
D	0,16	0,0004	0,5	0,14	0,0003	0,5
E	0,11	0,0004	0,5	0,08	0,0015	0,5
F	0,11	0,0004	0,5	0,08	0,0015	0,5

Nedanstående ekvationer används för beräkning av  $x_{y0}$  och  $x_{z0}$ .

$$x_{y0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{y0}}{K_{rp}K_{yt}}\right)^2 b_y + \frac{\sigma_{y0}}{K_{rp}K_{yt}} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{y0}}{K_{rp}K_{yt}}\right)^2 b_y^2 + 4a_y^2}}{2a_y^2} \text{ för } \gamma_y = 0,5 \quad (25)$$

$$x_{z0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)}{a_z - b_z \left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)} \text{ för } \gamma_z = 1 \quad (26)$$

$$x_{z0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)^2 b_z + \frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)^2 b_z^2 + 4a_z^2}}{2a_z^2} \text{ för } \gamma_z = 0,5 \quad (27)$$

$$x_{z0} = \frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}a_z} \text{ för } \gamma_z = 0 \quad (28)$$

$$x_{z0} = \frac{\sqrt{1 + \frac{4\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}(\sqrt{2}-1)b_z}{a_z} - 1}}{2(\sqrt{2}-1)b_z} \text{ för } \gamma_z = -0,5 \quad (29)$$

$\sigma_{y0}$  och  $\sigma_{z0}$  är de initiala dispersionskoefficienterna, vilka väljs utifrån riktlinjerna i avsnitt 2.1.4.

### 2.1.5. BLEVE

En BLEVE ger upphov till ett stort eldklot och beräknas med hjälp av nedanstående ekvationer.



$$D = 6,48m^{0,325} \quad (30)$$

$$t_{BLEVE} = 0,825m^{0,26} \quad (31)$$

$$F_{21} = \frac{D^2}{4X^2} \quad (32)$$

$$\tau = 2,02(p_w X)^{-0,09} \quad (33)$$

$$q_r = \frac{X_E m \Delta h_c}{\pi D^2 t_{BLEVE}} \quad (34)$$

$$q_x = \tau q_r F_{21} \quad (35)$$

där

- $D$  = Eldklotets diameter, m.
- $m$  = Utsläppt massa brännbar vätska, kg.
- $t_{BLEVE}$  = Eldklotets varaktighet, s.
- $F_{21}$  = Synfaktor
- $X$  = Avstånd mellan eldklotets yta och mottagande föremål, m.
- $\tau$  = Andel av strålningen som transmitteras genom luften.
- $p_w$  = Vattens ångtryck, Pa
- $q_r$  = Avgiven strålning, kW/m<sup>2</sup>.
- $X_E$  = Strålningsandel.
- $\Delta h_c$  = Förbränningsvärme, kJ/kg.
- $q_x$  = Mottagen strålning, kW/m<sup>2</sup>.

Avståndet till 50 % dödlighet beräknas genom att bestämma det avstånd där mottagande strålning är lika med gränsvärdet för kritisk strålningspåverkan enligt avsnitt 2.2.3. Sedan har eldklotets radie lagts till detta avstånd för att få en korrekt angivelse i förhållande till platsen där olyckan inträffar.

### 2.1.6. Jetflamma

Jetflaman är en "svetslåga" som uppkommer vid direkt antändning av en kondenserad brandfarlig gas. Följande ekvationer används för att beräkna riskavståndet vid en jetflamma.

$$R_{s,50} = 1,9t^{0,4}Q^{0,47} \quad (36)$$

där

- $R_{s,50}$  = Riskavstånd till 50 % dödlighet, m.
- $t$  = Exponeringstid vid strålningspåverkan, s.
- $Q$  = Utsläppets källstyrka, kg/s (se avsnitt 2.1.3).



### 2.1.7. Pölbrand

Strålningen från en pölbrand kan beräknas med nedanstående ekvationer.

$$Q = \dot{m} \Delta h_c A_p \quad (37)$$

$$q_r = X_e Q \quad (38)$$

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi X^2} \quad (39)$$

$$q_x = \tau q_r F_{12} \quad (40)$$

där:

$Q$  = Brandens effekt, kW.

$\dot{m}$  = Förbränningshastighet per ytenhet, kg/s/m<sup>2</sup>.

$\Delta h_c$  = Förbränningsvärme, kJ/kg.

$A_p$  = Pölens area, m<sup>2</sup>.

$q_r$  = Avgiven strålning, kW/m<sup>2</sup>.

$X_e$  = Strålningsandel.

$F_{12}$  = Synfaktor.

$X$  = Avstånd mellan eldklotets yta och mottagande föremål, m.

$q_x$  = Mottagen strålning, kW/m<sup>2</sup>.

$\tau$  = Andel av strålningen som transmitteras genom luften, se avsnitt 2.1.5.

Avståndet till 50 % dödlighet beräknas genom att bestämma det avstånd där mottagande strålning är lika med gränsvärdet för kritisk strålningspåverkan enligt avsnitt 2.2.3. Sedan har pölens diameter lagts till detta avstånd för att få en korrekt angivelse i förhållande till platsen där olyckan inträffar.

### 2.1.8. Stänk

Frätande ämnen kan orsaka svåra skador och dödsfall om det finns personer i tankens omedelbara närhet vilka får stänk över sig. Det finns inga kvantitativa modeller för att uppskatta effekterna av stänk med frätande vätska, utan det antas att människor som befinner sig inom 10 meter från tanken utsätts för dödliga skador.

## 2.2. Indata

### 2.2.1. Väder- och vindförhållanden

Väder- och vindförhållanden har betydelse när konsekvenserna av utsläpp av gaser (brännbara eller giftiga) ska bedömas. I Tabell 6 redovisas de värden som använts vid konsekvensberäkningarna.



Tabell 6. Dimensionerande väder- och vindförhållanden.

STABILITETSKLASS	SANNOLIKHET	VINDHASTIGHET (MEDELVÄRDE)
Instabil	10 %	1,7 m/s
Neutral	50 %	4,4 m/s
Stabil	40 %	2,4 m/s

## 2.2.2. Ämnesspecifika data

I nedanstående tabeller ges väsentliga indata, vilka är de samma som använts i Länsstyrelsen i Skåne läns riktlinjer<sup>16</sup>.

Tabell 7. Generella indata till konsekvensberäkningarna.

VARIABEL	ENHET	VÄRDE
Atmosfärstryck	[Pa]	101 325
Flödeskoefficient	[-]	Likformig (0,65;0,80)
Höjd på vätskepelare	[m]	Likformig (1,0;2,0)

Tabell 8. Fördelning av hålstorlek. Källstyrkan avser utsläpp av gasol.

HÅLTYP	HÅLDIAMETER	KÄLLSTYRKA	SANNOLIKHET
Litet	10 mm	1 kg/s	62,5 %
Medel	30 mm	12 kg/s	20,8 %
Stort	110 mm	160 kg/s	16,7 %

Sannolikheten för de olika hålstorlekarna kommer från Räddningsverket<sup>17</sup>, medan de olika hålstorlekarna bygger på uppskattningar från bland annat Cox<sup>18</sup> och CPQRA<sup>19</sup>.

<sup>16</sup> Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, Rapport "Skåne i utveckling", 2007:06.

<sup>17</sup> Räddningsverket, *Farligt Gods – riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*, 1996.

<sup>18</sup> Cox, A.W., Lees, F.P., Ang, M.L., *Classification of Hazardous Locations*, ISBN 0-85295-258-9, Institution of Chemical Engineers, Warwickshire 1990.

<sup>19</sup> Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, New York, 1989.



Tabell 9. Ämnesspecifika indata.

VARIABEL	ENHET	PROPYLEN -OXID	DIMETYL -SULFAT	SVAVEL- DIOXID	GASOL	BENSIN
Molvikt	[g/mol]	58,1	126	64	76,53	
Densitet vätska	[kg/m <sup>3</sup> ]	830	1330	1460	605	750
Utsläppt mängd	[ton]	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
Förbränningsvärme	[kJ/kg]	34 845	-	-	46 000	45 000
Strålningsandel	[-]	0,30	-	-	0,30	0,30
Ångtryck	[kPa]	60	0,067		833	
Kokpunkt	[°C]	34	188			
Tanktryck	[kPa]			230	535	
Förbränningshastighet	[m/s]					0,0001
Förbränningshastighet	[kg/m <sup>2</sup> /s]					0,048

Trotyl, vilket är det representativa ämnet för explosioner i ADR-klass 1 och ADR -klass 5 har ett värmevärde på 4,2 MJ/kg och den massa som deltar i explosionen är hämtad från HMSO<sup>20</sup> och antar en fördelning enligt Tabell 10.

Tabell 10. Massa som deltar i explosion i ADR-klass 1.

MASSA, KG	ACK. SANNOLIKHET	MASSA, KG	ACK. SANNOLIKHET
50	1,1 %	1 047	21,4 %
61	1,2 %	1 095	22,3 %
126	1,2 %	1 778	86,5 %
204	3,8 %	2 399	86,8 %
316	20,8 %	16 000	100,0 %
562	21,3 %		

Vid en olycka med ADR-klass 5 på väg kan lasten blandas med fordonets egna drivmedel, vilket antas ha ett medelvärde på 400 kg och ett minsta respektive ett största värde på 100 respektive 500 kg. En explosiv oxidator-bränsleblandning innehåller cirka 13 % bränsle, vilket för 400 kg drivmedel ger  $400/0,13 = 3\,080$  kg explosiv blandning<sup>21</sup>.

### 2.2.3. Skadekriterier

Risken analysen berör skador på människor och de skadekriterier för exponering av giftiga gaser, värmeinstrålning och tryck som används redovisas i Tabell 11 nedan. Skadekriterierna representerar LC<sub>50</sub>-värden, det vill säga den koncentration där 50 % av en population förväntas omkomma, vilka beräknats med probitfunktion för angiven exponeringstid.

<sup>20</sup> HMSO, *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances – report and appendices*, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.

<sup>21</sup> Stadsbyggnadskontoret i Göteborg. *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*, Bilaga 2, 1997.



Tabell 11. Skadekriterier för giftiga gaser, värmestrålning<sup>22</sup> och tryck.

SKADEVERKAN	KRITISK PÅVERKAN
Explosion – tryck <sup>23</sup>	260 kPa
Explosion – värmestrålning <sup>24</sup>	43 kW/m <sup>2</sup>
Värmestrålning – BLEVE <sup>24</sup>	31 kW/m <sup>2</sup>
Värmestrålning – brandfarliga varor <sup>24</sup>	14 kW/m <sup>2</sup>
Toxicitet – giftig gas <sup>25</sup>	2 200 mg/m <sup>3</sup> (860 ppm)
Toxicitet – lättflyktig, giftig vätska <sup>26</sup>	4 900 mg/m <sup>3</sup> (2 000 ppm)
Toxicitet – giftig vätska <sup>27</sup>	186 mg/m <sup>3</sup> (35 ppm)

## 2.3. Resultat

Modeller, indata, skadekriterier samt väder- och vindförhållanden används för att beräkna konsekvensen av ett utsläpp. Konsekvensen antas inträffa i det område där koncentrationen, trycket eller värmestrålningen överskrider ett visst gränsvärde för dödlighet. Gränsvärdet för dödlighet bestäms av den påverkan som bedöms orsaka en dödlighet på 50 % av en population. För att avgöra vid vilket avstånd detta inträffar översätts 50 % dödlighet med hjälp av så kallade probitfunktioner till en fysikalisk parameter (toxisk koncentration (LC<sub>50</sub>) eller kritisk värmestrålning).

Ytterligare en förenkling är nödvändig för att kunna genomföra beräkningarna. Det ansätts att inom området 100 till 50 % dödlighet omkommer alla människor och i området 50 till 0 % omkommer ingen. Denna förenkling är nödvändig för att kunna ta fram de olika riskmåten. Vid en verklig olycka kan människor som befinner sig inom riskområdet komma att överleva samtidigt som människor utanför kan omkomma. Användningen av 50 % dödlighet skall därför ses som ett genomsnitt och följer principerna i CPQRA<sup>28</sup>. Ytterligare en nödvändig förenkling är att förutsätta att samtliga personer befinner sig oskyddade, i fri siktlinje med olycksplatsen. Då flertalet av variablerna beskrivs med sannolikhetsfördelningar i stället för punktvärden, utgör också resultatet statistiska fördelningar.

### 2.3.1. Konsekvensområde, enbart skyddsavstånd

I Figur 6 visas konsekvensområdet i form av en statistisk fördelning när olyckans utbredning inte påverkas av någon säkerhetshöjande åtgärd.

<sup>22</sup> Strålningsnivåerna gäller oskyddad hud och någon skyddseffekt av kläder har inte tagits hänsyn till vid beräkning av skadekriterierna.

<sup>23</sup> HMSO, *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances – report and appendices*, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.

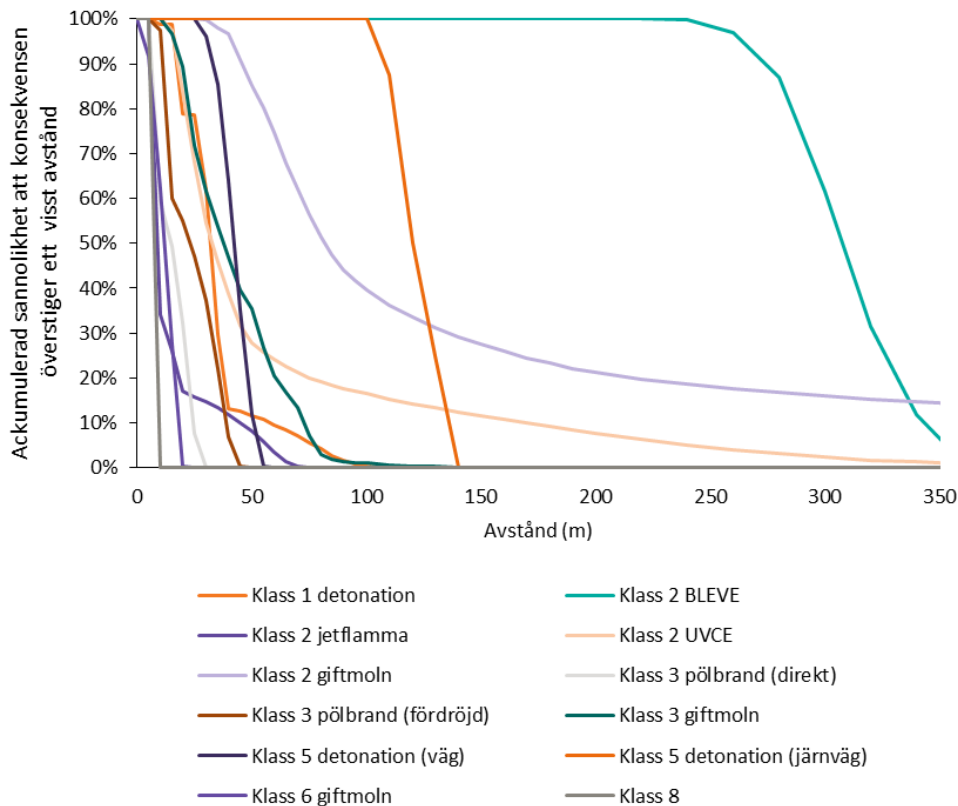
<sup>24</sup> Eldklotets varaktighet för explosion är cirka 7 sekunder och för BLEVE cirka 11 sekunder. För värmestrålning från pölbränder gäller en exponeringstid på 30 s. Beräkningar av kritisk strålning sker enligt metodik redovisas i "CPR 16E, *Methods for the determination of possible damage*. Committee for the prevention of disasters, The Netherlands, 1992".

<sup>25</sup> Representeras av svaveldioxid, 30 minuters exponering.

<sup>26</sup> Representeras av propylenoxid, 30 minuters exponering.

<sup>27</sup> Representeras av dimetylsulfat, 30 minuters exponering (TEEL-3).

<sup>28</sup> CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989.



Figur 6. Konsekvensområde vid olycka med farligt gods. Figuren visar en fördelning av konsekvensområdet vid olyckor av en viss typ. Exempelvis ger en BLEVE alltid ett skadefall som överstiger 240 meter och 10 % av olyckorna som orsakar en BLEVE når 340 meter eller längre.

Informationen i Figur 6 kan översättas till ett medelvärde för olyckan samt med ett konfidensintervall, inom vilket det är 95 % säkerhet att konsekvens inträffar. I Tabell 12 redovisas dessa värden.

Tabell 12. Medelvärde, samt en bedömning av konfidensintervallets övre gräns för de olika olycksscenariernas utbredning.

Scenario	Riskområde i meter	
	50 %	95 %
Klass 1 detonation → tryck	35	80
Klass 2 BLEVE → brännskada	320	360
Klass 2 jetflamma → brännskada	10	60
Klass 2 UVCE → brännskada	35	260
Klass 2 giftmoln → förgiftning	85	1 000
Klass 3 pölbrand (direkt) → brännskada	15	30
Klass 3 pölbrand (fördröjd) → brännskada	25	45
Klass 3 giftmoln → förgiftning	40	80
Klass 5 detonation (väg) → tryck	45	55





Scenario	Riskområde i meter	
	50 %	95 %
Klass 5 detonation (järnväg) → tryck	120	140
Klass 6 giftmoln → förgiftning	15	20
Klass 8 → frätskada	10	10

Syftet med Tabell 12 är endast att beskriva spridningen i konsekvensens utbredning på ett tydligare sätt. Störst avvikelse från medelvärdet (50 %) har olyckor som medför spridning till luft (UVCE och giftmoln). Detta beror på att koncentrationen i en given punkt kan variera mycket beroende på källstyrka, vindhastighet och atmosfärsförhållanden.

### 2.3.2. Konsekvensområde vid begränsning av vätskeutbredning

I Tabell 13 redovisas hur den ackumulerade sannolikhetsfördelningen ändras när en säkerhetshöjande åtgärd som begränsar utbredningen av vätskor används. Informationen i Tabell 13 används för att ta fram sannolikhetsfördelningar lika de som redovisas i avsnitt 2.3.1, vilka sedan används för att beräkna risknivåer.

Tabell 13. Jämförelse av konsekvensområde utan och med säkerhetshöjande åtgärd som begränsar utbredningen av vätskor.

Avstånd	KLASS 3 PÖLBRAND DIREKT		KLASS 3 PÖLBRAND FÖRDRÖJD		KLASS 3, GIFTMOLN		KLASS 6, GIFTMOLN	
	Utan	Med	Utan	Med	Utan	Med	Utan	Med
0	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	22%
5	100%	63%	100%	99%	100%	100%	92%	-
10	59%	40%	98%	57%	100%	94%	62%	-
15	49%	4%	60%	43%	97%	81%	28%	-
20	32%	-	55%	19%	89%	60%	-	-
25	8%	-	47%	1%	72%	48%	-	-
30	-	-	37%	-	62%	39%	-	-
35	-	-	22%	-	54%	30%	-	-
40	-	-	7%	-	47%	25%	-	-
45	-	-	-	-	40%	20%	-	-
50	-	-	-	-	35%	14%	-	-
55	-	-	-	-	27%	8%	-	-
60	-	-	-	-	21%	3%	-	-
65	-	-	-	-	17%	2%	-	-
70	-	-	-	-	13%	2%	-	-
75	-	-	-	-	7%	1%	-	-
80	-	-	-	-	3%	1%	-	-
85	-	-	-	-	2%	1%	-	-
90	-	-	-	-	1%	1%	-	-
95	-	-	-	-	1%	1%	-	-
100	-	-	-	-	1%	-	-	-
105	-	-	-	-	1%	-	-	-



## 3. Risknivåer

### 3.1. Individrisk

Nedan följer en översiktlig beskrivning av den metodik som används för att kombinera frekvenser och konsekvenser till ett mått på individrisken.

Modellen för olyckor på väg tar hänsyn till vägområdets bredd och dess påverkan på olyckors placeringar. För en smal väg så som en vanlig landsväg antas alla olyckor inträffa i körbanekanten närmast planområdet. Om vägbredden är större än 10 meter antas hälften av olyckorna inträffa i körbanekanten närmast planområdet, och den andra hälften i mitten av vägen. En bredare väg förskjuter olyckorna i vägens mitt längre bort från den närmaste körbanekanten.

#### *Olyckor med farligt gods*

Frekvenserna för respektive scenario finns angivna i avsnitt 1. Dessa frekvenser kombineras med sannolikhetsfördelningen för konsekvensens utbredning redovisad i avsnitt 2 och sannolikheten att ett område påverkas från avsnitt 1. Beräkningsgången exemplifieras i avsnitt 3.1.1 och 3.1.2.

#### 3.1.1. Sannolikheten att en olycka når en viss punkt som en funktion av avståndet från transportleden

I avsnitt 2 redovisas sannolikhetsfördelningar för respektive olycksscenario och samt en faktor för att korrigera olycksfrekvensen per km till den faktiska påverkan på ett visst avstånd från transportleden. Denna information kombineras genom korsvis multiplikation för att ta kunna ta fram en sannolikhetsfördelning som en funktion av avståndet från transportleden, vilken sedan används i riskberäkningarna.

#### 3.1.2. Beräkning av individrisk

Individrisken beräknas med en upplösning om 5 meter, det vill säga beräknas var femte meter från vägkanten genom att multiplicera olycksfrekvensen för en olycka med en viss ADR/RID-klass med sannolikheten för att en olycka sker på en sträcka av 1 km når ett visst avstånd. För att ta fram den sammanlagda individrisken adderas slutligen individrisken för vart olycksscenario på alla studerade avstånd och ritas ut i ett individrisk-diagram i huvudrapporten.

### 3.2. Samhällsrisk

Beräkningar av samhällsrisk syftar till att försöka uppskatta skadeutfallet när en olycka väl inträffar. Skadeutfallet styrs av vilket scenario som inträffar samt hur många människor som befinner sig utomhus i anslutning till olyckan vid den aktuella tidpunkten. Samhällsriskberäkningarna kan inte göras med sådan precision att de visar på faktisk risk, utan de måste göras schablonmässigt utifrån ett antal givna förutsättningar.



### 3.2.1. Indata

Modellen för beräkning av samhällsrisk är uppbyggd med en iterativ process där statistiska fördelningar används för att ta fram skadefallet för tänkbara olyckor. Modellen bygger på följande huvudsakliga indata.

#### *Personintensitet*

- 1000 pers/km<sup>2</sup>

När personintensiteten är känd krävs information om hur många människor som vistas utomhus under dagtid respektive på natten. En holländsk vägledning anger att 93 % befinner sig inomhus under dagtid och 99 % är inomhus på natten<sup>29</sup>. Dagtid antas råda mellan 08:00-18:30 och natt mellan 18:30-08:00. Dessa värden bedöms vara relevanta även för planområdet.

#### *Påverkansområde*

Kännedom om olyckornas utbredning i form av statistiska fördelningar används för att bestämma hur stor yta som olyckan påverkar. Det finns tre olika typer av påverkansområde:

- Cirkulär utbredning, till exempel bränder och explosioner.
- Konformad utbredning, till exempel utsläpp av giftig gas.

Påverkansområdet (m<sup>2</sup>) vid cirkulär utbredning bestäms genom att använda olyckans utbredning som radie och därefter beräkna den yta ( $A = \pi r^2$ ) som påverkas. Om det finns ett bebyggelsefritt område ska beräknat påverkansområde minskas med ytan som detta område upptar. Vid konformad utbredning beräknas konsekvensområdet på liknande sätt efter kännedom om spridningsvinkeln<sup>30</sup> ( $A = \varphi \pi r^2$ ).

### 3.2.2. Beräkning av samhällsrisk

Beräkningen av samhällsrisk sker med hjälp av statistisk simulering där värden slumpas fram från de fördelningar som representerar indata till modellen. Modellen består av ett antal "frågor", vilka besvaras med hjälp av de fördelningar som beskriver indata, se Tabell 14. En iteration består av att samtliga frågor i Tabell 14 besvaras.

<sup>29</sup> TNO, *Guideline for quantitative risk assessment*, CPR 18E.

<sup>30</sup> Mer information om spridningsvinkeln ( $\varphi$ ) finns i avsnitt 1.



Tabell 14. Modell för beräkning av samhällsrisk.

FRÅGA	SVARSALTERNATIV	KOMMENTAR
Vilken tidpunkt?	Dag Natt	Bestämmer hur många människor som är utomhus. Se avsnitt 3.
Vilket scenario?	Klass 1 detonation Klass 2 BLEVE Klass 2 jetflamma Klass 2 UVCE Klass 2 giftmoln Klass 3 pölbrand (direkt) Klass 3 pölbrand (fördröjd) Klass 3 giftmoln Klass 5 detonation Klass 6 giftmoln Klass 8	Se avsnitt 1 för information om frekvenser.
Riskområde?	0 - 1 000 m	Bestämmer hur långt från olycksplatsen som dödsfall kan inträffa. Information finns i avsnitt 2.
Påverkansområde?	Cirkulärt Konformat	Avgör hur stor yta som påverkas av olyckan. Se avsnitt 3.

Efter en iteration finns således information om hur befolkningstätheten i anslutning till olyckan samt hur stort påverkansområde som olyckan har. Därmed är det möjligt att beräkna antalet omkomna med följande uttryck:

$$\text{Antal döda} = \text{Personintensitet}(\text{pers}/\text{km}^2) \times \text{Påverkansområde}(\text{km}^2)$$

Antalet iterationer (upprepningar) är högt (1 000 000) för att säkerställa att alla möjliga kombinationer av olycksscenarioer, tidpunkter och olycksplacering kommer med i resultatet. För varje iteration sparas information om "antal döda" och när simuleringen är klar kan en statistisk fördelning för antalet döda tas fram. Denna fördelning används sedan tillsammans med frekvensen för olycka för att plotta en så kallad FN-kurva.

Notera att varje gång som påverkansområdet antar ett positivt värde, det vill säga då riskområdet är större än det bebyggelsefria avståndet antas att minst 1 människa omkommer. Konsekvensen (antal döda) avrundas alltid uppåt till närmsta heltal. Detta ger en viss överskattning av samhällsrisk för  $N = 1$ , men samtidigt finns det inget enkelt sätt att avgöra om det finns minst en människa i påverkansområdet. Därför måste det förutsättas att så är fallet.

Samtliga personer som vistas utomhus inom påverkansområdet antas omkomma. För personer som befinner sig inomhus omkommer en viss andel av personerna. I Tabell 15 redovisas de bedömningar som använts för att uppskatta andelen omkomna inomhus<sup>31,32</sup>.

<sup>31</sup> TNO, *Guideline for quantitative risk assessment*, CPR 18E.

<sup>32</sup> Stadsbyggnadskontoret i Göteborg. *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*, Bilagor 1-5. 1997.



Tabell 15. Andel av personer inomhus som omkommer vid viss skadeverkan.

SKADEVERKAN	ANDEL INOMHUS SOM OMKOMMER
Tryckskada	50 %
Brännskada (pölbrand)	0 %
Brännskada (övrigt)	5 %
Förgiftning	10 %
Frätskada	0 %

## 4. Diskussion om modell och indata

Risken analysen utförs med en analysteknik som bygger på en omfattande och detaljerad hantering av den variation och osäkerhet som kan förknippas med riskbedömningar. Metodiken följer det arbetssätt som använts för underlaget till Länsstyrelsens i Skåne läns riktlinjer (RIKTSAM) och i de fall där specifika indata saknas har värden, fördelningar och annan betydelsefull information hämtats från RIKTSAM.

### 4.1. Beräkningsmodeller

Modellerna som används för att beräkna konsekvenser av olyckor bygger i huvudsak på information som finns tillgänglig i den så kallade FOA-handboken<sup>33</sup>. I stort är det samma modeller som RIKTSAM bygger på, med undantag av vissa förbättringar. Bland annat modelleras utsläpp av giftiga gaser med både jet- och tunggassteg, vilket RIKTSAM inte gör. Detta ger mer realistiska (och längre) konsekvensområden i föreliggande riskanalys.

#### 4.1.1. Indata

Val av indata har stor betydelse för konsekvensberäkningarna och i många fall är indata förknippade med stor variation eller osäkerhet. Indata där variationen spelar roll är exempelvis väder- och vindförhållanden och indata som är förknippad med stor osäkerhet är till exempel hålstorlek vid utsläpp.

##### *Väder- och vindförhållanden*

Väder- och vindförhållanden baseras på generisk statistik för Sverige. Statistiken gör det möjligt att ta fram diskreta sannolikhetsfördelningar för atmosfärens stabilitet och kontinuerliga fördelningar för vindhastigheten för respektive stabilitetsklass.

##### *Generella indata och ämnesspecifika uppgifter*

Exempel på generella indata är flödeskoefficienter och höjd på vätskepelare (i tanken), samt de hålstorlekar som kan uppkomma vid en olycka. Hålstorlekarna är de samma som i RIKTSAM, med sannolikheter från VTI<sup>34</sup>:

- Litet hål (62,5 %), 10 mm diameter, 1 kg/s.
- Medelstort hål (20,8 %), 30 mm diameter, 12 kg/s.

<sup>33</sup> Fischer, S. m.fl., *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.

<sup>34</sup> Väg- och Trafikforskningsinstitutet, *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, rapport nr 387:4, 1994.



- Stort hål (16,7 %), 110 mm diameter, 160 kg/s.

Dessa hålstorlekar är betydligt större än de som redovisas av Räddningsverket<sup>35</sup> där håldiametrar på 3, 9 respektive 31 mm används, vilket ger källstyrkor på 0,1–20 kg/s. En brittisk studie<sup>36</sup> använder 2 respektive 35 kg/s i sina beräkningar.

Konsekvensområdet för pölbränder bestäms i huvudsak av antagen hålstorlek och till viss del av antagen strålningsandel. Hålstorleken har drygt 5 gånger så stor påverkan på resultatet i jämförelse med strålningsandelen.

Det är tre variabler som har störst betydelse för konsekvensområdet för gasutsläpp som driver i väg med vinden – hålstorleken, vindhastigheten och stabilitetsklassen. Variablernas inbördes betydelse är 6,5 - 1,6 - 1, vilket innebär att det är hålstorleken som dominerar konsekvensområdets storlek. Kunskapsunderlaget för val av källstyrkor är sparsamt, men valda värden är konservativa i förhållande till andra modeller och riktlinjer.

#### Skadekriterier

Risken analysen berör skador på människor och använder olika skadekriterier för exponering av giftiga gaser, värmestrålning och tryck. Konsekvensområdet bestäms av avståndet från utsläppskällan till en punkt där en dödlighet på 50 % inträffar. En förenkling som görs i enlighet med metodik redovisad i CPQRA<sup>37</sup> är att anta att alla människor omkommer inom området 100 till 50 % dödlighet och i området 50 till 0 % omkommer ingen. Vid en verklig olycka kan människor som befinner sig inom konsekvensområdet överleva samtidigt som människor utanför kan omkomma. Användningen av 50 % dödlighet skall därför ses som ett genomsnitt.

Den exponering som ger 50 % dödlighet kallas även för LC<sub>50</sub>-värde. LC<sub>50</sub>-värdet kan bestämmas med kännedom om exponering och tid. CPR 18E<sup>38</sup> har använts som inspiration för de exponeringstider som används, vilka är 30 minuter för giftig gas och 30 sekunder för brännskada.

## 4.2. Slutsatser

De variabler som påverkar riskbedömningen mest är utsläppets källstyrka (hålstorlek), vindhastighet och atmosfärens stabilitet. De två sistnämnda variablerna har bestämts med hjälp av generell väderstatistik och bedöms vara robusta i sammanhanget. Källstyrkan bygger på antaganden med ett relativt begränsat kunskapsunderlag. I föreliggande riskanalys används dock källstyrkor som klart överstiger värden som går att finna i andra vägledning och rekommendationer. Rekommendationerna i rapporten bedöms vara tillräckligt robusta inte nödvändiga att justera.

<sup>35</sup> Räddningsverket, *Farligt gods – riskbedömning vid transport*, 1996.

<sup>36</sup> HMSO, *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances – report and appendices*, Advisory Committee on Dangerous Substances, Health & Safety Commission, London, 1991.

<sup>37</sup> Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, New York, 1989.

<sup>38</sup> TNO, *Guideline for quantitative risk assessment*, CPR 18E.



## 5. Säkerhetshöjande åtgärder

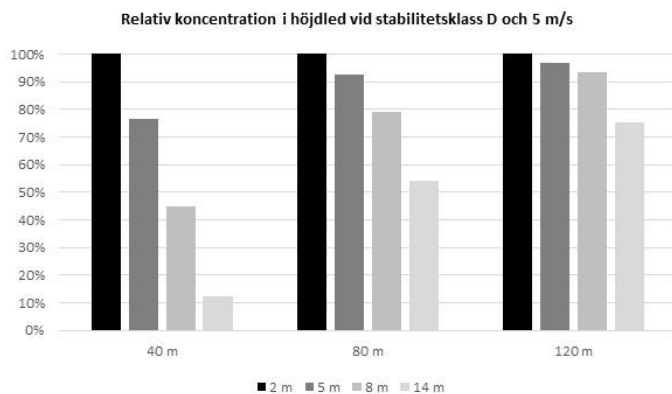
### 5.1. Högt placerade luftintag

Många av de giftiga gaser som transporteras på väg är så kallade tunga gaser, vilket betyder att de har högre densitet än den omgivande luften och sprider ut sig längs marknivån. Efterhand som att gasmolnet blandas upp med luft minskar densiteten och till slut är densitetsskillnaden mellan omgivande luft och molnet försumbar. I avsnitt 2.1.4 beskrivs flödesschemat för spridning i luft. Det så kallade tunggassteget har i 90 % av fallen en räckvidd på mindre än 200 meter, vilket medför att en säkerhetshöjande åtgärd som högt placerade luftintag i teorin kan vara effektiv för att minska hur mycket gas som kommer in i en byggnad.

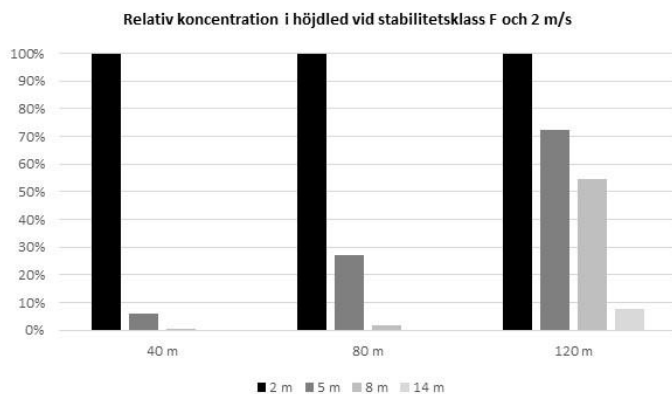
Med hjälp av modellen "Spridning Luft", version 1.4.3 tillgänglig via programpaketet RIB som ges ut av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, undersöks hur koncentrationen varierar i höjdlängd på tre avstånd (40, 80 samt 120 meter från utsläppspunkten). Tre olika höjder studeras (2, 8 och 14 meter ovan mark), vilka är representativa för byggnader med varierande våningsantal. Beräkningarna utförs för stabilitetsklass D och en vindhastighet på 5 m/s samt för stabilitetsklass F och en vindhastighet på 2 m/s. Gasen utgörs av svaveldioxid och källstyrkan 4,0 kg/s motsvarar ett rörbrott.

Resultatet redovisas i Figur 7 och Figur 8 där koncentrationen 2 meter ovan mark utgör ett referensfall och det värde som övriga resultat normeras mot. Ett värde större än 100 % innebär att koncentrationen på den studerade höjden är högre än den för referensfallet och ett värde på mindre än 100 % innebär att koncentrationen är lägre än referensfallet.





Figur 7. Relativ koncentration på olika höjder och olika avstånd från utsläppspunkten givet stabilitetsklass D och 5 m/s.



Figur 8. Relativ koncentration på olika höjder och olika avstånd från utsläppspunkten givet stabilitetsklass F och 2 m/s.

Båda figurerna visar att högt placerade luftintag skulle ge en påtaglig minskning av koncentrationen inomhus vid ett utsläpp med giftig gas. Effekten blir större ju närmre utsläppspunkten som byggnaden är placerad och ju högre luftintaget är placerat. Men, det är framför allt aktuella väder- och vindförhållanden som styr. Vid stabil skiktning så trycks gasmolnet ner mot marken av den ovanliggande luften, vilket ger mindre utblandning i höjded. För detta fall har luftintagets placering mycket stor betydelse inom hela riskhanteringsområdet. Sammanfattningsvis ger en placering av luftintag på cirka 8 meters höjd ovan mark möjlighet till en påtaglig riskminskning.