# Vänersborgs kommun
# Esslingetorp 1:4 m.fl
# RISKBEDÖMNING

## Slutgiltig handling

## Vänersborgs kommun

Uppdragsansvarig: Lars Strömdahl

Författare: Linnea Savér

Dokumentgranskare: Olof Paulin

Datum: 2024-06-07
Reviderad 2025-11-28

# Sammanfattning

På uppdrag av Vänersborgs kommun genomförs en riskutredning i samband med framtagande av ny detaljplan för Esslingetorp 1:4 m.fl i Vänersborg. Detaljplanen innehåller en teknisk anläggning med samhällsviktig funktion och utredningen har tagits fram med hänsyn till transport av farligt gods på väg E45 samt närliggande drivmedelsstation.

Riskanalysen inkluderar en kvalitativ metod utifrån aktuell placering samt en kvantitativ analys med hänsyn till transport av farligt gods på E45 samt olycksscenario med läckage och antändning av drivmedel vid drivmedelsstationen.

Risknivån vid den tekniska anläggningen bedöms låg med hänsyn till väg för transport av farligt gods samt närliggande drivmedelsstation. Detta med hänsyn till att individrisknivån vid aktuellt område bedöms vara acceptabelt låg vilket bedöms medföra en betryggande säkerhet även för den tekniska anläggningens funktion. Därtill bedöms avståndet till drivmedelsstationen medföra att ett olycksscenario med läckage av brandfarlig vätska med antändning som följd inte ger upphov till skadlig värmestrålning vid aktuellt område. Då den tekniska anläggningen planeras att placeras under marknivå bedöms det även minska sannolikhet att anläggningen tar skada även för olycksscenarier som kan medföra långa konsekvensavstånd.

Placeringen av anläggningen under mark samt på ca 90 meter från drivmedelsstationens gasförsäljning medför även att risken för att anläggningen skadas i samband med utsläpp av kondenserad gas bedöms som låg. Därtill bedöms de farligt godstransporter som sker till anläggning inte medföra en sådan mängd transporter som skulle kunna medföra en förhöjd risknivå.

Sammantaget bedöms därmed risken för störningar på den tekniska anläggningen med hänsyn till närliggande riskkällor som låg. Anläggningen bedöms kunna placeras på planerad plats på fastigheten Esslingetorp 1:4 utan vidare åtgärder för att minska risknivån.

# Innehållsförteckning

1 INLEDNING ..... 4
1.1 Syfte och mål ..... 4
1.2 Avgränsningar ..... 4
1.3 Kravbild ..... 5
2 OMRÅDESBESKRIVNING ..... 6
2.1 Planområdet och dess närområdet ..... 6
2.2 Planerad bebyggelse ..... 6
2.3 Tidigare riskhantering ..... 7
3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK ..... 8
3.1 Omfattning av riskhantering ..... 8
3.2 Metodik för riskidentifiering ..... 8
3.3 Metodik för riskanalys ..... 9
3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder ..... 9
4 RISKIDENTIFIERING ..... 10
4.1 Skyddsvärden ..... 10
4.2 Riskkällor ..... 10
4.3 Olycksscenarier ..... 13
5 RISKANALYS ..... 15
5.1 Individrisk ..... 15
5.2 Olycksscenario vid drivmedelsstation ..... 16
5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys ..... 17
6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG ..... 19
7 SLUTSATSER ..... 20
REFERENSER ..... 21

# 1 INLEDNING

På uppdrag av Vänersborgs kommun genomförs en riskutredning i samband med framtagande av ny detaljplan för Esslingetorp 1:4 m.fl i Vänersborg. Riskutredningen genomförs med avseende på transport av farligt gods på väg E45 samt närliggande drivmedelsstation.

## 1.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt enligt kraven i Plan- och bygglagen [1] samt Miljöbalken [2].

Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Målet är även att hantering av riskerna inom Esslingetorp 1:4 ska medföra en acceptabel risknivå samtidigt som kommunens och fastighetsägarens ambitioner uppnås.

## 1.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker[1], med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Olycksriskerna i aktuell utredning berör påverkan på samhällsviktig funktion Naturolyckor[2] och sociala olyckor[3] behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte.

Horisontår för utredningen är år 2040.

[1] Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

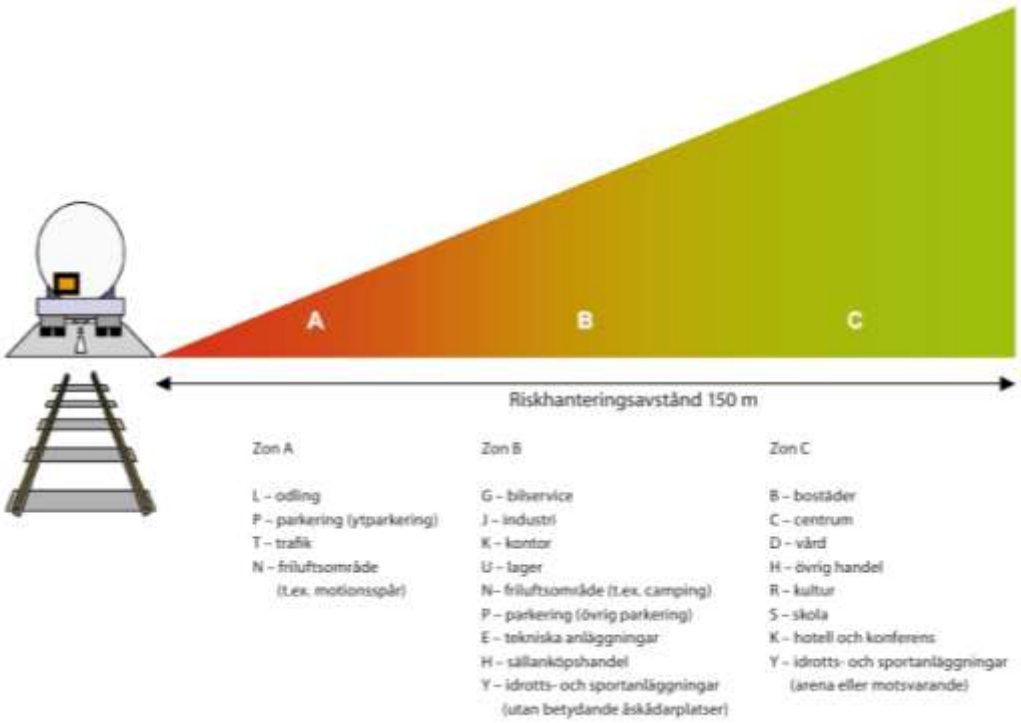
[2] Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

[3] Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

## 1.3 Kravbild

Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [1] och Miljöbalken [2]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [3] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspelar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods. I figuren nedan illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods.




*Figur 1-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods [3].*

# 2 OMRÅDESBESKRIVNING

I aktuellt kapitel redovisas en områdesbeskrivning.

## 2.1 Planområdet och dess närområdet

Esslingetorp 9:2 och del av Esslingetorp 1:4 är belägna i Brålanda i Vänersborgs kommun. Detaljplaneområdet består av ca 25 000 m$^2$ och innefattar del av Esslingetorp 1:4 och Esslingetorp 9:2 som båda är kommunägda. Detaljplaneområdet är beläget mellan Europaväg 45 och Frändeforsen. På fastigheten Esslingetorp 9:2 är en teknisk anläggning belägen. I detaljplanearbetet utreds möjligheten för att placera en teknisk anläggning på del av Esslingetorp 1:4.




*Figur 2-1. Karta över detaljplaneområdet och dess omgivning* [4].

## 2.2 Planerad bebyggelse

Planområdet planeras att innehålla teknisk anläggning med samhällsviktig funktion. Anläggningen kommer inte att innebära stadigvarande vistelse. Risknivån vid planområdet utreds med syfte att undersöka riskerna för den tekniska verksamhetens placering med hänsyn till närliggande riskkällor. Bebyggelsen planeras bestå av en teknisk anläggning belägen i mark. Anläggningen planeras att placeras i planområdets västra del. Anläggningen planeras vara innesluten i betong samt inkludera en mindre byggnation ovan mark för underhåll och arbete

med anläggningen. Byggnaden i marknivå planeras utföras med lättväggar. Ingen stadigvarande vistelse planeras ske vid den tekniska anläggningen.

## 2.3 Tidigare riskhantering

I samband med detaljplanearbetet för Södra Sörbyn, Brålanda, Vänersborgs kommun (Dnr BN 2013/52) har en riskutredning tagits fram med hänsyn transport av farligt gods och närhet till drivmedelsstation [5]. Detaljplanen syftar till att uppdatera området utifrån den pågående markanvändningen, ersätta mindre planer och planrester inom området med detta planförslag samt utöka byggrätten för fastighetsägare i områdets villakvarter. I planbeskrivningen beskrivs att ca 400 000 ton farligt gods transporteras på E45, enligt räddningstjänstens *handlingsprogram enligt lag om skydd mot olyckor för norra Älvsborgs räddningstjänstförbund* 2011. I handlingen beskrivs även kommunstyrelsens *Riskanalys för Vänersborgs kommun* som beskriver att ett skyddsområde på 100 meter ska tillämpas från transportleder för farligt gods [5]. Säkerhetsaspekterna ska belysas och beaktas i samband med planläggning av mark- och vattenanvändning samt bebyggelse inom skyddsavståndet.

I riskanalysen bedömdes risknivån avseende transport av farligt gods på väg E45 och närliggande drivmedelsstation vara inom ALARP-området [5]. Detta innebär att rimliga riskreducerande åtgärder ska genomföras. I planbeskrivningen framgår följande riskreducerande åtgärder för byggnader närmast E45:

- Endast verkstad, småskalig handel och kontor ska tillåtas att etableras och expandera inom planområdet. Befintlig verksamhet får fortgå.
- Placering av entré och/eller utrymningsvägar skall ske så att en säker utrymning kan genomföras vid händelse av en farlig godsolycka på vägarna d.v.s., det skall finnas möjlighet att utrymma i riktning från väg E45.
- Ventilationen utformas så att den går att stänga av vid behov. Friskluftsintagen bör riktas så att de vetter från E45.
- Fasader inom 30 meter från väg E45 ska utföras i brandteknisk klass EI 30 och utföras med obrännbar fasad.

I planbeskrivningen beskrivs även nedanstående åtgärd som en rekommendation:

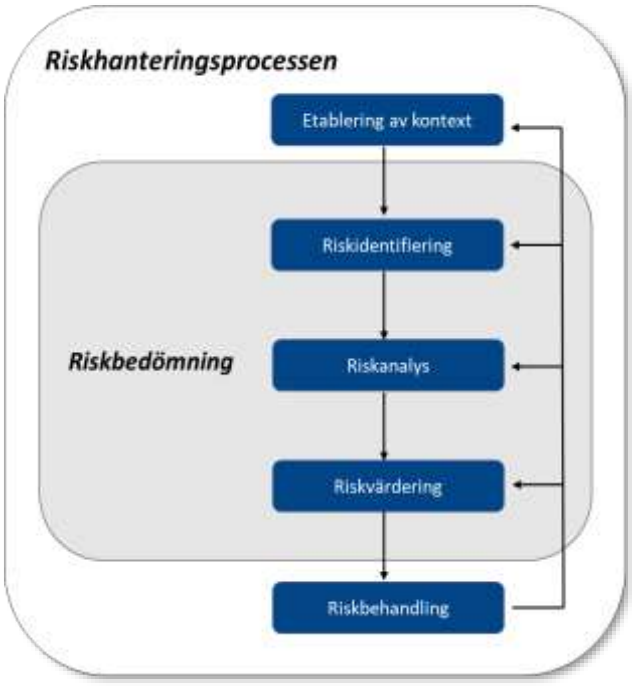
- E45 förses med avåkningsskydd (vägräcke) och vägrenen utformas så att ett eventuellt läckage med brandfarlig vätska inte rinner mot planområdet.

# 3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

I aktuellt kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering och vald metodik.

## 3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [6], se Figur 3-1. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.




*Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.*

## 3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Baserat på avgränsningarna som presenteras ovan har nedanstående riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods. Beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga inom 500 meter.

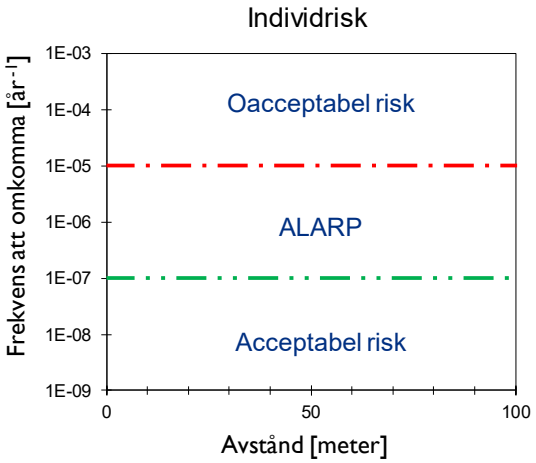
## 3.3 Metodik för riskanalys

Riskanalysen genomförs med både en kvalitativ och en kvantitativ metod. Den kvantitativa metoden innebär beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

- Individrisk definieras som sannolikheten för en godtycklig individ att omkomma på ett år, förutsatt att individen vistas på samma plats. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisken är oberoende av hur många personer som vistas i området.

## 3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Inga kvantitativa värderingskriterier finns som gäller för aktuellt skyddsvärde (teknisk anläggning med samhällsviktig funktion), men värderingskriterierna används som stöd för bedömningen av vad som kan vara en acceptabel risknivå. Riskvärderingen sker genom jämförelse mellan beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* [7], se Figur 3-2 nedan.




*Figur 3-2. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV [7].*

Om risker överskrider det övre acceptanskriteriet ska riskåtgärder vidtas. Om risker underskrider det lägre acceptanskriteriet anses risknivåerna vara acceptabla utan vidare åtgärder. Området mellan acceptanskriterierna benämns som *ALARP-området*. Riskerna kan anses acceptabla inom detta område om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i detta område tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt ogenomförbara, om kostnaderna är oproportionerliga alternativt om kostnaderna för riskreduktion överstiger nyttan.

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [8].

# 4 RISKIDENTIFIERING

I aktuellt kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarier som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden.

## 4.1 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är funktionen av den tekniska anläggningen. Ingen stadigvarande vistelse förväntas inom anläggningen.

## 4.2 Riskkällor

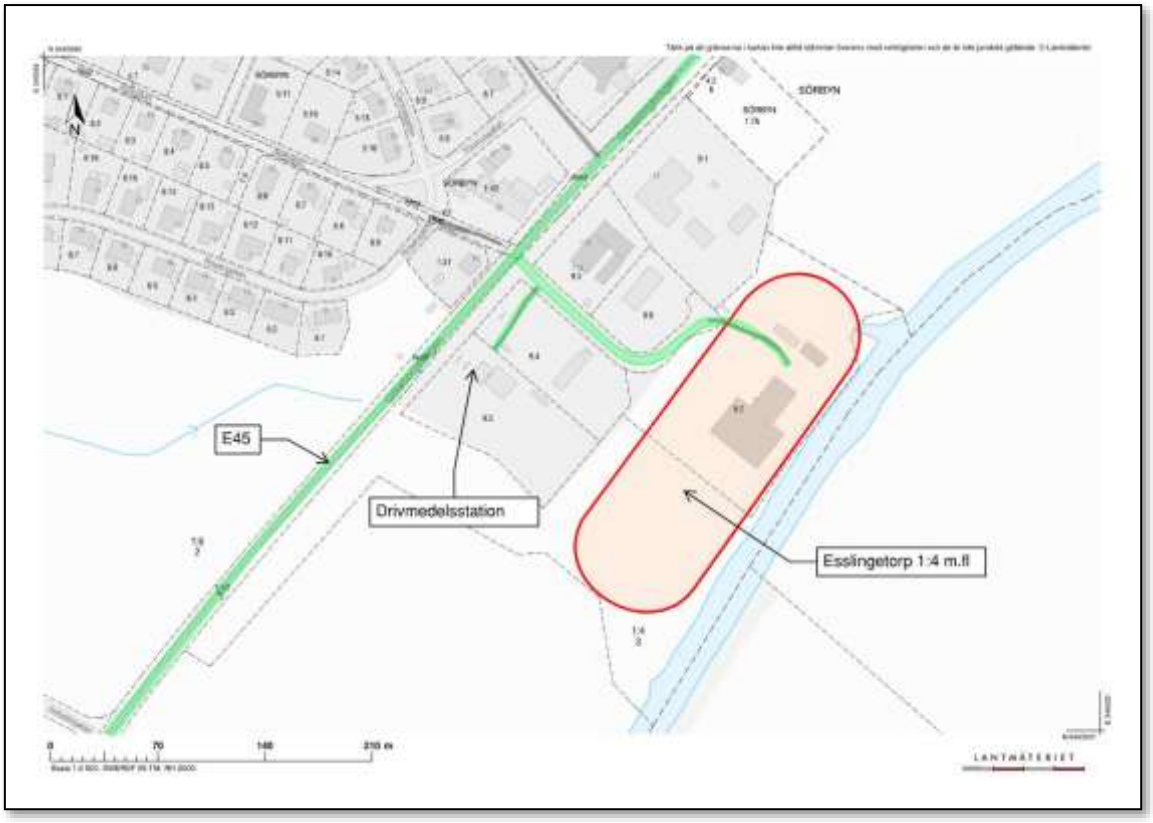
Identifierade riskkällor i närheten av aktuellt område utgörs av Europaväg 45 som utgör en rekommenderad primär transportväg för farligt gods samt drivmedelsstation på fastigheten Esslingetorp 9:4 och 9:5. Därtill beaktas även de delar av Göteborgsvägen som klassas som primära rekommenderade transportleder för farligt gods och som leder till drivmedelsstationen och in på fastigheten Esslingetorp 9:2. De identifierade riskkällorna beskrivs närmare i avsnitten nedan.

### 4.2.1 Farligt gods på väg E45

Göteborgsvägen går ca 110–120 meter väser om planområdet och utgör en del av Europaväg 45. Vägen utgör en rekommenderad transportled för farligt. Vid den sträcka av E45 som går närmast planområdet är ÅDT för samtliga fordon 7680 per körbana. ÅDT för tungafordon på samma sträcka är 813. I bilaga A presenteras uppskattad fördelning av det farligt gods som transporteras.

En del av Göteborgsvägen går även in till drivmedelsstationen som angränsar till aktuellt planområdet samt in på fastigheten Esslingetorp 9:2. Dessa delar av Göteborgsvägen utgör även primära rekommenderade transportleder för farligt gods. Den del av Göteborgsvägen som ansluter till drivmedelsstationen förväntas primärt drivmedelstransporter ske, samt de transporter som går vidare mot Esslingetorp 9:2.

På Esslingetorp 9:2 är en teknisk anläggning belägen. Till denna sker transporter i form av olika kemikalier, se Figur 4-1.




*Figur 4-1. Karta med väg rekommenderad transportled för farligt gods markerad i grönt.*

### 4.2.2 Drivmedelsstation

Planområdet ansluter till fastigheterna Esslingetorp 9:4 och 9:5 som innehåller en drivmedelsstation. På drivmedelsstationen sker försäljning av diesel, etanol, gasol och komprimerad biogas. Drivmedelsstationens lossningsplats för gas är belägen ca 90 meter från aktuellt planområde, och lossningsplats för drivmedel i vätskeform är beläget närmast väg E45, ca 110–120 meter från planområdet.




*Figur 4-2. Avstånd från drivmedelsstationens närmaste avluftningsmynning.*




*Figur 4-3. Avstånd från tankstation för biogas.*

## 4.3 Olycksscenarier

De olycksscenarier som kan ge upphov till påverkan på den tekniska anläggningen på Esslingetorp 1:4 bedöms främst vara olyckor som kan medföra mekanisk påverkan samt olyckor som kan medföra förorening och påverkan på anläggningens funktion.

För den närliggande drivmedelsstationen och tillhörande drivmedelstransporter på Göteborgsvägen bedöms det dimensionerade olycksscenariot bestå av läckage av bensin med antändning som följd. Då försäljning av gas sker på drivmedelsstationen kan även scenario med utsläpp av biogas med antändning som följd vara ett potentiellt olycksscenario.

Då E45 är belägen ca 120 meter från aktuellt planområde bedöms endast olycksscenarier med långa konsekvensavstånd kunna påverka aktuell byggnation. Med hänsyn till detta bedöms främst utsläpp av brandfarlig gas som kan ge konsekvenser i form av jetflammor, BLEVE, gasmolnsexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning. Därtill tas även hänsyn till olycksscenario med oxiderande ämnen, samt detonation av explosiva ämnen som kan medföra en tryckpåverkan som kan rasera byggnader. I Tabell 4-1 visas respektive ämnesklass med tillhörande konsekvenser.

*Tabell 4-1. Respektive ämnesklass och tillhörande konsekvenser.*

| *Klass* | *Ämnen* | *Exempel* | *Konsekvenser* | *Kan påverka den aktuella byggnationen?* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Explosiva varor | Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc. | Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd. | Ja |
| 2 | Gaser | | | |
| 2.1 | Brandfarliga gaser (kondenserade) | Gasol, vätgas, etc | Potentiella olycksscenarion utgörs av jetflammor, BLEVE, gasmolnsexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning. | Ja |
| 2.2 | Icke brandfarliga, icke giftiga gaser | Inerta gaser, t.ex. kväve | Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet. | Nej |
| 2.3 | Kondenserad giftig gas | Klor, ammoniak, etc. | Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan. | Ja |
| 3 | Brandfarliga vätskor | Bensin, diesel- och eldningsolja | Värmestrålning vid antändning. | Ja |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten. | Metallpulver, karbid etc. | Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet. | Nej |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | Natriumklorat, väteperoxid, etc. | Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp. | Ja |
| 6 | Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner | Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc. | Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter. | Nej |
| 7 | Radioaktiva ämnen | | Akut skada uppkommer ej vid olycka. | Nej |

| *Klass* | *Ämnen* | *Exempel* | *Konsekvenser* | *Kan påverka den aktuella byggnationen?* |
|---|---|---|---|---|
| 8 | Frätande ämnen | Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc. | Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter. | Nej |
| 9 | Magnetiska material och övriga farliga ämnen | Asbest, gödningsämnen, etc. | Ingen risk för livshotande personskada | Nej |

# 5 RISKANALYS

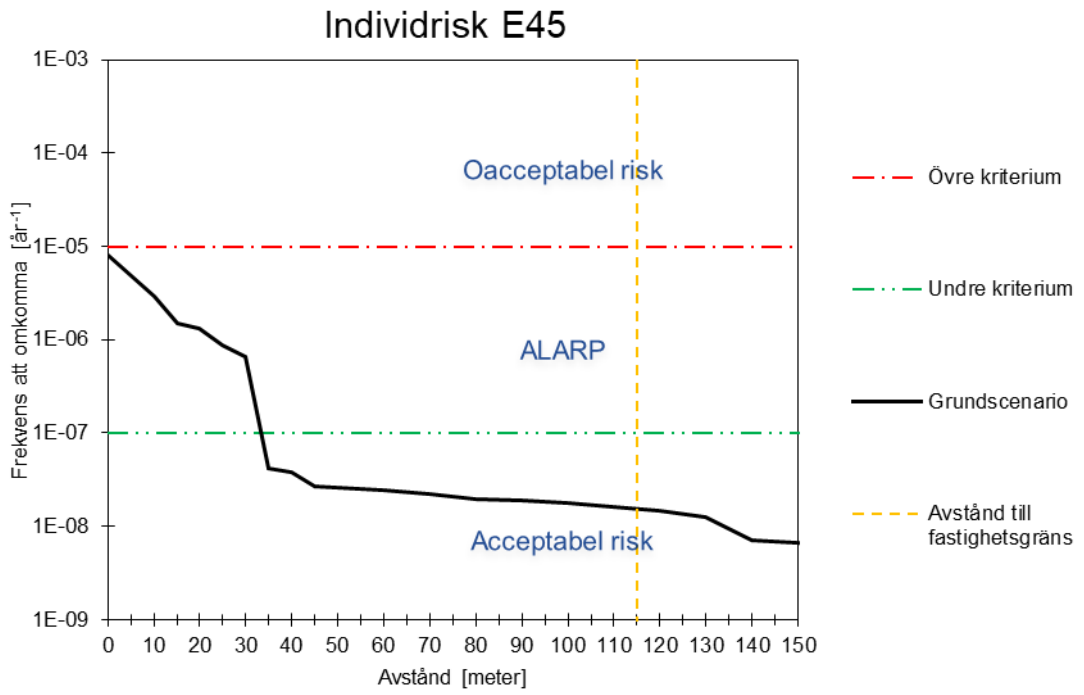
Riskanalysen genomförts genom en kombination av kvalitativ och kvantitativ metod.

Den kvantitativa metoden innefattar beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarier har vägts samman till riskmåttet individrisk. Detta används som stöd för bedömning av risken för att olyckor påverkan aktuell byggnad. Då ingen stadigvarande vistelse planeras inom planområdet används individrisken för att ge en uppfattning om sannolikhet för olycka vid väg E45. För analys av risknivån med hänsyn till den närliggande drivmedelsstationen används en deterministisk metod. I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

Frekvensberäkningar, konsekvensberäkningar och riskberäkningar presenteras i Bilaga A, B och C.

## 5.1 Individrisk

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-1 nedan.




*Figur 5-1. Individrisknivå inom planområdet med avseende på transporter av farligt gods på väg E45.*

Individrisknivån bedöms vara acceptabelt låg vid aktuellt avstånd från E45.

## 5.2 Olycksscenario vid drivmedelsstation

Utsläpp av brandfarlig vätska med antändning som följd kan ge upphov till värmestrålning som skadar människor eller byggnader. Scenariot beräknas för utsläpp och antändning av en stor, medelstor och liten pöl.

Vid ett stort utsläpp ansätts pölarean till 300 $m^2$ vilket genererar en pölradie på ca 9,8 meter. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 28,3 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 38,0 meter. Det totala riskhanteringsavståndet utgörs av summan av pölens storlek och flamfronten.

Vid ett medelstort utsläpp och en pölarea på 100 $m^2$ genereras en pölradie på 5,6 meter. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 17,7 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 23,3 meter.

Vid ett litet utsläpp och en pölarea på 50 $m^2$ genereras en pölradie på 4 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 16,7 meter.

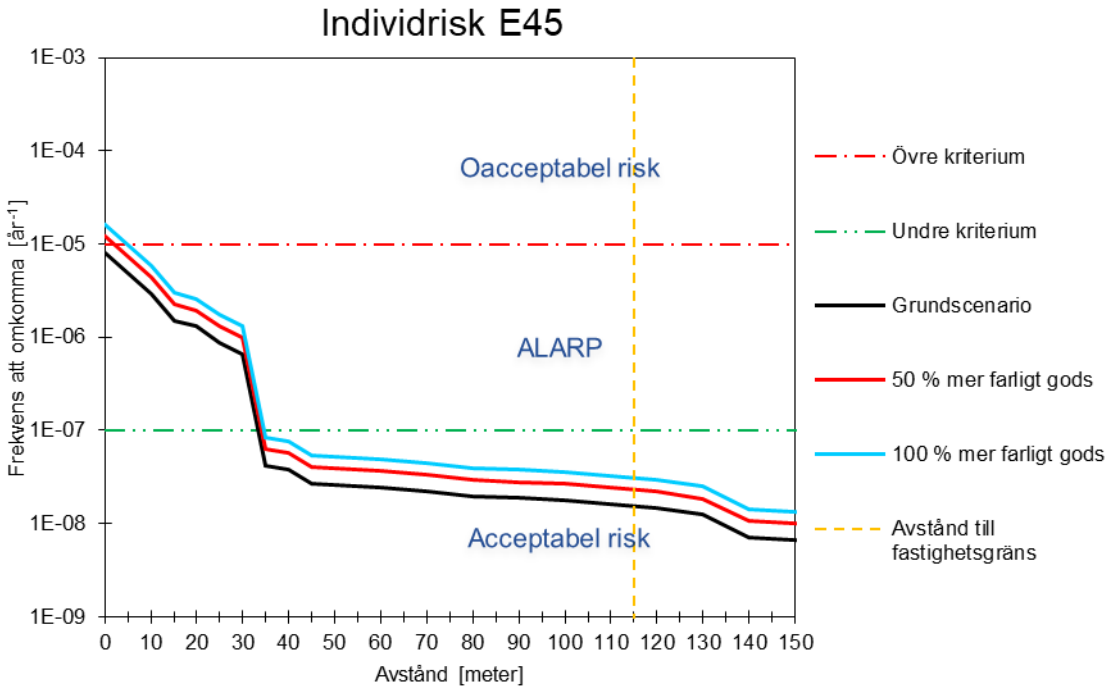
## 5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskbedömningar av detta slag är förknippade med osäkerheter. Statistik och framtagen litteratur inom området har använts för att minimera dessa osäkerheter så långt det varit möjligt. I de fall det inte varit möjligt att ta fram tillförlitliga värden har osäkerheter i olika parametrar hanterats med hjälp av konservativa antaganden och säkerhetsmarginaler. Syftet är att osäkerheterna ska leda till överskattningar snarare än underskattningar av risknivån för att säkerställa robustheten i resultatet. Utöver detta sker nedan en känslighetsanalys av särskilt betydande parametrar. De största identifierade osäkerheterna i denna riskbedömning utgörs av följande.

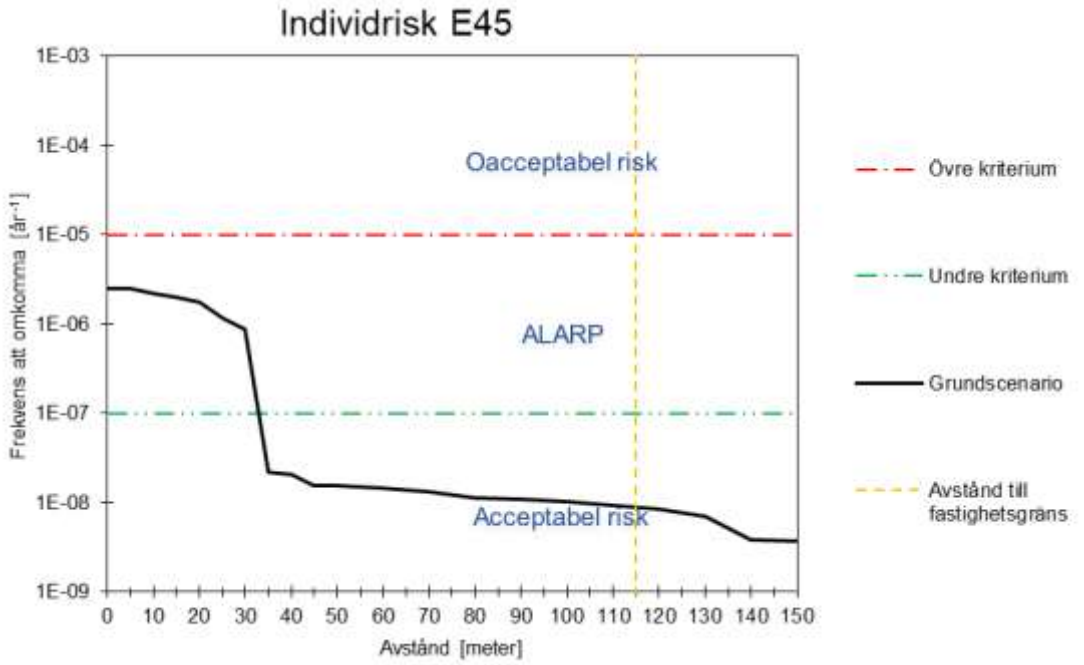
- Antal transporter med farligt gods / fördelning av ämnesklasser

### 5.3.1 Antal transporter av farligt gods samt fördelning av ämnesklasser

En känslighetsanalys har genomförts genom att variera mängden farligt gods på väg E45 med 50 % samt 100 % mer farligt gods. I Figur 5-2 illustreras individrisknivåerna för grundscenariot respektive de två känslighetsanalyserna. En känslighetsanalys avseende fördelning av ämnesklasser har även genomförts, där endast de ämnesklasser som bedöms kunna påverka aktuell byggnation inkluderas i individriskberäkningen, se Figur 5-3.




*Figur 5-2. Individrisk - Känslighetsanalys avseende antal transporter av farligt gods.*




*Figur 5-3. Individrisk med hänsyn till endast de ämnen som bedöms kunna ge upphov till långa konsekvensavstånd och som ligger till grund för aktuell bedömning.*

Vid samtliga känslighetsanalyser bedöms individrisknivån vara acceptabelt låg.

# 6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Planområdet är beläget ca 115–20 meter från väg E45. De olycksscenrior som bedöms kunna påverka den tekniska anläggningen utgörs därmed endast av scenarier som ger upphov till stora konsekvensavstånd.

Brandfarliga fasta ämnen i ADR-klass 4, oxiderande ämnen och organiska peroxider i ADR klass 5, radioaktiva ämnen i ADR-klass 7 och övriga ämnens i klass 9 utgör normalt ingen fara för omgivningen då konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet. Därtill har utsläpp av frätande ämnen och scenarier som ger upphov till jetflamma och direkt pölbrand generellt kortare konsekvensavstånd än 100 meter.

Med hänsyn till att individrisken från väg E45 är acceptabelt låg vid aktuellt avstånd bedöms risken för att den tekniska anläggningen skadas som låg. Sannolikheten för att en olycka på E45 påverkar aktuell byggnation bedöms därmed som så låg. Detta då ingen förhöjd risk bedöms finnas för människor inom planområdet och hänsyn till att anläggningen bedöms vara mindre känslig för skada än människor. Då riskbedömningen syftar till att säkerställa den tekniska anläggningens funktion bedöms denna risknivå även som acceptabel.

Risknivån med hänsyn till den närliggande drivmedelsstationen bedöms även som låg. Detta då en stor pölbrand förväntas ge upphov till ca 38 meter i riskhanteringsavstånd och aktuellt planområde ligger ca 100–110 meter från bensinstationernas lossningsplats.

Då drivmedelsstationen även har gasförsäljning beaktas även ett scenario med brandfarlig gas som kan ge upphov till konsekvenser som jetflamma, BLEVE eller gasmolnsexplosion. Aktuellt planområde är beläget ca 90 meter från gasstationen. Sannolikheten för att ett olycksscenario skulle uppstå vid aktuell station bedöms som osannolikt. Då den tekniska anläggningen är belägen under marknivå samt med hänsyn till det stora avståndet till gasstationen så bedöms risken för att anläggningen skadas som låg.

Farligt gods transporteras även på Göteborgsvägen till den tekniska anläggningen på fastigheten Esslingetorp 9:2, som ingår i aktuellt planarbete. Vägen bedöms vara på ett avstånd om ca 50 meter från den plats där aktuell anläggning ska placeras. Antalet transporter med farligt gods påverkar riksnivån vid området. För att risknivån vid 50 meter från transportvägen ska vara förhöjd bedöms många regelbundna transporter behöva ske på vägen. Med hänsyn till att det endast finns en målpunkt för transporter på vägen bedöms frekvensen av dessa transporter sannolikt inte uppgå till så pass hög att det skulle medföra en förhöjd risknivå vid aktuellt område.

# 7 SLUTSATSER

Det är Bengt Dahlgren AB:s slutsats att risken för att den tekniska anläggningen på fastigheten Esslingetorp 1:4 är låg med hänsyn till närliggande väg för transport av farligt gods samt drivmedelsstation. Individrisknivån med hänsyn till väg E45 bedöms vara acceptabelt låg vid aktuellt område vilket bedöms medföra en betryggande säkerhet även för den tekniska anläggningens funktion. Då avståndet mellan E45 och aktuellt planområde är stort och att avstånd generellt är ett mycket robust och tillförlitligt skydd bedöms risknivån för aktuell byggnation som låg.

Avståndet till drivmedelsstationen bedöms medföra att ett olycksscenario med läckage av brandfarlig vätska med antändning som följd inte ger upphov till skadlig värmestrålning vid aktuellt område. Då den tekniska anläggningen planeras att placeras under marknivå bedöms det även minska sannolikhet att anläggningen tar skada även för olycksscenarier som kan medföra långa konsekvensavstånd. Placeringen av anläggningen under mark samt på ca 90 meter från drivmedelsstationens gasförsäljning medför även att risken för att anläggningen skadas i samband med utsläpp av gas som låg. Därtill bedöms de farligt godstransporter som sker till den befintliga tekniska anläggningen inte medföra en sådan mängd transporter som skulle kunna medföra en förhöjd risknivå.

Sammantaget bedöms därmed risken för störningar på den tekniska anläggningen med hänsyn till närliggande riskkällor som låg. Den tekniska anläggningen bedöms kunna placeras på planerad plats på fastigheten Esslingetorp 1:4 utan vidare åtgärder för att minska risknivån.

# REFERENSER

[1] ”Plan- och bygglag,” SFS 2010:900.

[2] ”Miljöbalk,” SFS 1998:808.

[3] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods,” 2006.

[4] Lantmäteriet, ”Min Karta,” [Online]. Available: https://minkarta.lantmateriet.se/. [Använd 2024].

[5] Vänersborg kommun, *Planbeskrivning, Detaljplan för Södra Sörbyn, Brålanda, Vänersborgs kommun,* 2016.

[6] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering - Principer och riktlinjer, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2010.

[7] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport,* Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket)., 1997.

[8] ”Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner,” Boverket och MSB, 2006.

[9] Statens väg- och transportforskningsinstitut, ”Farligt gods - riskbedömning vid transport,” Räddningsverket, Karlstad, 1996.

[10] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik - statistik för år 2014-2018,” https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/, 2018.

[11] Trafikverket, ”Kartor med trafikflöden,” https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/.

[12] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2016,” Trafikanalys, 2017:14.

[13] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2017,” Trafikanalys, 2018:13.

[14] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2018,” Trafikanalys, 2019:13.

[15] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, ”Kartläggning av farligt godstransporter,” Räddningsverket, Karlstad, September 2006.

[16] Health and safety commision, ”Major hazard aspects of the transport of dangerous substances,” H.M.S.O, 1991.

[17] A. Sarrack, ”Assessment of Risk due to Vehicle accident for the Plutonium solution transfer from H-area to F-area,” Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.

[18] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, ”Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5,” 1997.

[19] L. Helmersson, ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg,” VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.

[20] G. Purdy, ”Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail,” *Journal of Hazardous material,* vol. 33, pp. 229-259, 1993.

[21] MSB, ”Explosionsrisker med mineralgödsel,” 2017. [Online]. Available: https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/Brandreaktiva-varor/Explosionsrisker-med-mineralgodsel/. [Använd 31 10 2017].

[22] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor,* 1998.

[23] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis,* 2000.

[24] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011,* 2011.

[25] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap , *RIB sök - propan, hämtad: https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1 [2017-05-29].*

[26] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods,* 2007.

[27] B. Andersson, ”Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall,” Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.

[28] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor,* 1998.

[29] Intresseföreingen för processäkehet, *Konsekvensanalys - Utflöde av gaser och vätskor, brand och explosion,* 2022.

# BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga beskrivs metodik, indata och antaganden för att beräkna frekvensen av olycksscenarier till följd av olycka vid transport av farligt gods. Beräkningen utgörs av två steg. Det första steget utgörs av att beräkna frekvensen för olycka med en transport av farligt gods. Det andra steget utgörs av att beräkna sannolikheten för att en olycka med respektive ämnesklass ska leda till ett givet olycksscenario.

I Tabell A-1 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

*Tabell A-1. Sammanfattning av respektive ämnesklass av farligt gods med tillhörande konsekvens.*

| *Klass* | *Ämnen* | *Exempel* | *Konsekvenser* | *Studeras vidare i riskbedömningen* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Explosiva varor | Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc. | Detonation som leder till tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 meter. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd. | Ja |
| 2 | Gaser | | | |
| 2.1 | Brandfarliga gaser (kondenserade) | Gasol, vätgas, etc | Potentiella olycksscenarion utgörs av jetflammor, BLEVE, gasmolnsexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning. | Ja |
| 2.2 | Icke brandfarliga, icke giftiga gaser | Inerta gaser, t.ex. kväve | Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet. | Nej |
| 2.3 | Kondenserad giftig gas | Klor, ammoniak, etc. | Utsläpp och spridning i luft som kan ge dödlig påverkan. | Ja |
| 3 | Brandfarliga vätskor | Bensin, diesel- och eldningsolja | Värmestrålning vid antändning. | Ja |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten. | Metallpulver, karbid etc. | Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet. | Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | Natriumklorat, väteperoxid, etc. | Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp. | Ja |
| 6 | Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med benägenhet att orsaka infektioner | Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc. | Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 meter. | Ja |
| 7 | Radioaktiva ämnen | | Akut skada uppkommer ej vid olycka. | Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter. |
| 8 | Frätande ämnen | Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc. | Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 meter. | Ja |
| 9 | Magnetiska material och övriga farliga ämnen | Asbest, gödningsämnen, etc. | Ingen risk för livshotande personskada | Nej |

## Frekvens av olyckor vid transport av farligt gods

Frekvens av olyckor med transporter av farligt gods beräknas enligt VTI-metoden vilken beskrivs i rapporten *Farligt gods – riskbedömning vid transport.* Indata och valda parametrar i beräkningarna hämtas från denna rapport [9]. Nedanstående indata ligger till grund för beräkningarna. Längst ned återges resulterande frekvens av olycka vid transport av farligt gods Tabell A- 2.

*Tabell A- 2. Indata och resulterande frekvens av olycka vid transport av farligt gods.*

| *Variabel* | *Grundscenario (nationell statistik TRAFA [10])* |
|---|---|
| Studerad sträckas längd [9] | 1 km |
| ÅDT år 2040 [fordon/dygn] | 18 432 |
| ÅDT tung trafik [fordon/dygn] [11] | 813 |
| ÅDT fordon med farligt gods [fordon/dygn] | 43 |
| Hastighetsbegränsning [km/h] | 50/70 |
| Bebyggelsemiljö | Tätort |
| Gatu-/vägtyp | Trafikled |
| Olyckskvot | 1,150 |
| Andel singelolyckor | 0,175 |
| Index för olycka med farligt gods | 0,065 |
| Frekvens av olycka med farligt gods | $3{,}29*10^{-2}$ |

Enligt nationell statistik från Trafikanalys (TRAFA) utgör andel transporter med farligt gods cirka 2,64 % av den tunga trafiken baserat på antal transportkilometer under åren 2014–2018 [10]. Antal transporter med farligt gods beräknas baserat på ÅDT för tung trafik enligt aktuella trafiknivåer. Detta motiveras av att statistik från TRAFA för åren 2000–2018 visar på oförändrat transportarbete av farligt gods [12], [13], [14].

Vid känslighetsanalys avseende antal transporter med farligt gods genomförs en uppräkning av antal transporter med farligt gods motsvarande 50 och 100 %.

Frekvensen av olyckor med farligt gods där det sker ett utsläpp beräknas som produkten av frekvensen för en olycka med farligt gods och indexet för farligt gods-olycka. Vid olyckor där det sker utsläpp av ämne som transporteras i tjockväggig tank reduceras frekvensen med 1/30-del [9].

### *FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (ADR-S)*

I grundscenariot fördelas ämnesklasserna baserat på statistik över antal körda kilometer från TRAFA under åren 2014–2018 [10]. I statistiken återges antal körda kilometer samlat för

ämnesklass 2. Andelen av respektive underklass 2.1, 2.2 respektive 2.3 baseras på statistiken av transporterade mängder enligt statistik från mätningar under år 2006 [15].

I Tabell A- 3 nedan presenteras en sammanställning av andel och resulterande antal transporter av respektive ämnesklass per år.

*Tabell A- 3. Andel transporter av respektive ADR-S klass.*

| *ADR-klass* | | *Grundscenario Statistik TRAFA* |
|---|---|---|
| 1 | Explosiva ämnen och föremål | 0,52 % |
| 2.1 | Brandfarliga gaser | 6,97 % |
| 2.2 | Icke giftig, icke brandfarlig gas | 22,46 % |
| 2.3 | Giftiga gaser | 0,05 % |
| 3 | Brandfarliga vätskor | 45,79 % |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen | 1,99 % |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | 2,39 % |
| 6 | Giftiga och smittfarliga ämnen | 5,96 % |
| 7 | Radioaktiva ämnen | 0,00 % |
| 8 | Frätande ämnen | 10,74 % |
| 9 | Övriga farliga ämnen | 3,14 % |

## Händelseträdsmetodik – olyckor på väg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik vid olyckor på väg. Händelseträden ser olika ut för respektive ADR-klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

### ADR-S klass 1- Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexplosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexplosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O kan en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka ske med en sannolikhet av 0,2 % [16].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i fordonet som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för att en brand uppstår i fordonet ansätts till 2 % [17]. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten ansätts till 50 % [18].

Den maximalt tillåtna transportmängden av explosiva ämnen i EX III-klassade fordon på väg är 16 ton. Det bedöms däremot vara osannolikt med så stora mängder i en transport av både säkerhetsskäl samt att det sällan finns skäl att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporterna förväntas endast inrymma några hundra kilo vilket särskilt gäller transporter med ämnesklass 1.1. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexplosion utgörs av nedanstående.

*Tabell A- 4. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S-klass 1.*

| *Explosionslast* | *Väg* | *Sannolikhet* |
|---|---|---|
| Litet | 500 kg | 60 % |
| Medelstort | 1 ton | 39 % |
| Stort | 16 ton | 1 % |

## ADR-S klass 2 - Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet.

Sannolikheten för ett utsläpp är likt beskrivet ovan 1/30 av sannolikheten för utsläpp vid olycka med tunnväggig tank [9].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage till följd av olycka ansätts enligt Tabell A- 5 nedan [9]. I tabellen framgår även de ansatta sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar vid utsläpp av brandfarlig eller giftig gas. Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s. Stabilitetsklass D förväntas 80 % av tiden och stabilitetsklass B förväntas 20 % av tiden [19].

*Tabell A- 5. Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med ADR-S-klass 2.1 och 2.3*

| *Utsläppsstorlek* | *Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas* | *Sannolikhet* | *Vädertyp och sannolikhet* |
|---|---|---|---|
| Litet | 1 cm | 62,5 % | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 % |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |
| Medelstort | 3 cm | 20,8 % | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 % |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |
| Stort | 11 cm | 16,7 % | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20 % |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |

### *KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER*

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 50 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på väg. Motsvarande värden är 20 respektive 80 % för utsläpp av mer än 1500 kg [20]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

*Tabell A- 6. Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med ADR-S klass 2.1.*

| *Utsläppsstorlek* | *Olycksscenario* | *Sannolikhet* |
|---|---|---|
| Litet | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 65 % |
| | Ingen antändning | 20 % |
| Medelstort | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 65 % |
| | Ingen antändning | 20 % |
| Stort | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 65 % |
| | Ingen antändning | 20 % |

En BLEVE antas kunna inträffa om en jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1 %.

## ADR-S klass 3 - Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [19]. Sannolikheten för utsläppsstorlek baseras på ett antagande om att transporterna sker med tankbilar med släp. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [16].

*Tabell A- 7. Utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar vid olycka med ADR-S klass 3.*

| *Utsläppsstorlek* | *Storlek* | *Sannolikhet* | *Sannolikhet för antändning* |
|---|---|---|---|
| Litet | 50 $m^2$ | 25 % | 3,3 % |
| Medelstort | 200 $m^2$ | 25 % | 3,3 % |
| Stort | 400 $m^2$ | 50 % | 3,3 % |

## ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller vara självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs av ammoniumnitrat som kan transporteras i såväl fast som flytande form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensin) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [21]. Sannolikheten för ett utsläpp givet olycka beräknas med index för farligt godsolycka. Sannolikheten för ett samtida läckage av fordonets drivmedel och en att ämnena blandas antas grovt uppgå till 10 %. Sannolikheten för en efterföljande antändning antas till 3,3 % [16] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår i samband med olyckan som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [17], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1%.

### *TRANSPORTERAD MÄNGD*

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 16 ton. Det antas däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intilliggande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [18]. Med

antagandet att 400 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 3 ton. Det förutsätts konservativt att detta motsvarar en explosionslast om 3 ton TNT.

*Tabell A- 8. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S klass 5.*

| *Storlek* | *Mängd* | *Sannolikhet* |
|---|---|---|
| Litet | 3 000 kg | 99 % |
| Stort | 16 000 kg | 1 % |

## ADRS-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Vid olyckor med ämnesklass 6 och 8 förutsätts olyckor endast kunna leda till dödliga konsekvenser i olyckans direkta närhet.

Sannolikheten för att godset ska kunna påverka människor antas bero av läckage eller utsläpp från lasten, vilket skattas med index för farligt godsolycka. Sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar förutsätts uppgå till 62,5 % för litet utsläpp, 20,8 % för mellan utsläpp och 16,7 % för stort utsläpp.

# BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i form av ett konsekvensavstånd inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma. För olycksscenarier vars utredning inte är cirkulär återges även den vinkel/andel av cirkeln som krävs för att beräkna konsekvensområdet för respektive scenario.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar vid vägkant närmast området.

## ADR-S klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstötvågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstötvågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [22].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1% dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [22]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20–40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [18].

För att ta hänsyn till såväl de direkta som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [23]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT. Nedan presenteras de beräknade konsekvensavstånden.

*Tabell B-1. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 1.*

| *Scenario* | *Explosionslast* | *Avstånd [meter]* |
|---|---|---|
| Litet | 500 kg | 25 |
| Medelstort | 1 ton | 35 |
| Stort | 16 ton | 80 |

## ADR-S klass 2

ADR-S klass 2 delas upp i två klasser: ADR-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och ADR-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s.

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7°C [24].

### *ADR-S KLASS 2.1*

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier har använts vid beräkningarna och utgör kriteriet för när 50 % av individerna kan antas omkomma [22], [25]:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m$^2$ för varaktighet 1 minut.
- Gasmolnsexplosion: koncentration på 2,3 vol.-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m$^2$ för varaktigheten ca 12 sekunder.

*Tabell B-2. Indata till konsekvensberäkningar vid olycka med ADR-S-klass 2.1.*

| | *Parameter* | *Värde* |
|---|---|---|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Stabilitetsklass D, 5 m/s |
| | | Stabilitetsklass B, 2 m/s |
| | Ytråhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Propan (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2 meter |
| | Tanklängd | 18 meter |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |
| | Mängd ämne i tank | Väg: 20 ton |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd samt den vinkel som motsvarar jetflammans utbredning i sidled.

*Tabell B-3. Konsekvensavstånd jetflamma vid olycka med ADR-S-klass 2.1.*

| *Scenario* | *Hålstorlek* | *Konsekvensavstånd* | *Vinkel (utbredning)* |
|---|---|---|---|
| Litet | 1 cm | 10 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |
| Medelstort | 3 cm | 25 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |
| Stort | 11 cm | 70 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd vid gasmolnsexplosion. Spridningsvinkeln som symboliserar gasmolnets utbredning i sidled uppgår i genomsnitt till 40 grader.

*Tabell B-4. Konsekvensavstånd gasmolnsexplosion vid olycka med ADR-S-klass 2.1.*

| *Utsläppsstorlek* | *Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas* | *Vädertyp* | *Konsekvensavstånd [meter]* |
|---|---|---|---|
| Litet | 1 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 15 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 10 |
| Medelstort | 3 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 45 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 35 |
| Stort | 11 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 200 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 140 |

Beräknat konsekvensavstånd för BLEVE uppgår till 225 meter med cirkulär utbredning.

### *ADR-S KLASS 2.3 – GIFTIG GAS*

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [26].

*Tabell B-5. Indata till konsekvensberäkningar för ADR-S-klass 2.3.*

| | *Parameter* | *Värde* |
|---|---|---|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Stabilitetsklass D, 5 m/s |
| | | Stabilitetsklass B, 2 m/s |
| | Ytråhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Svaveldioxid (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2 m |
| | Tanklängd | 18 m |
| | Mängd i tanken | Väg: 25 ton |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd och spridningsvinkeln uppgår till cirka 45 grader vid 2 m/s och 17 grader vid 5 m/s i samtliga fall. Vilket ger ett medelvärde om cirka 22 grader.

*Tabell B-6. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 2.3.*

| *Utsläppsstorlek* | *Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas* | *Vädertyp* | *Konsekvensavstånd [meter]* |
|---|---|---|---|
| Litet | 1 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 70 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 70 |
| Medelstort | 3 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 220 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 200 |
| Stort | 11 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 800 |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 750 |

## ADR-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [27].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m$^2$ för varaktighet 1 minut [22]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oaktat exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m$^2$ förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

*Tabell B-7. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 3.*

| *Utsläppsstorlek* | *Storlek* | *Konsekvensavstånd [meter]* |
|---|---|---|
| Litet | 50 m$^2$ | 10 |
| Medelstort | 200 m$^2$ | 25 |
| Stort | 400 m$^2$ | 35 |

## ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar och skadekriterier ansätts likt för ADR-S klass 1-Explosiva ämnen ovan.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

*Tabell B-8. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 5.*

| *Scenario* | *Explosionslast* | *Konsekvensavstånd [meter]* |
|---|---|---|
| Litet | 3 000 kg | 45 |
| Stort | 16 000 kg | 80 |

## ADR-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Några konsekvenser utanför olyckans direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Konsekvensavstånd uppgår till

*Tabell B-9. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 6 och 8.*

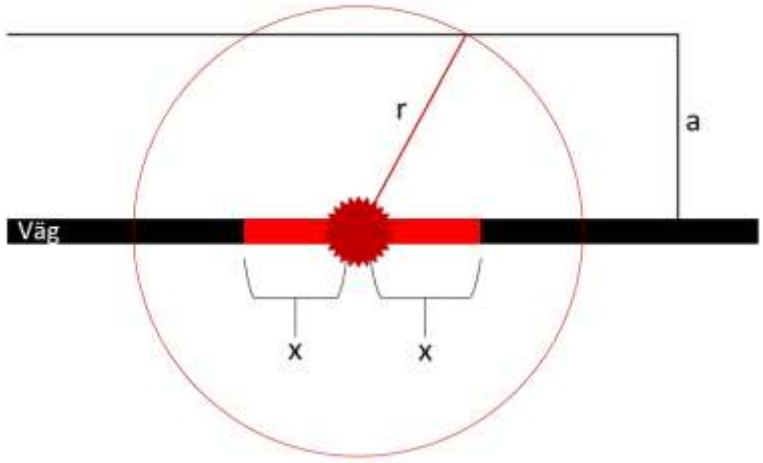
| *Utsläppsstorlek* | *Sannolikhet* | *Konsekvensavstånd [meter]* |
|---|---|---|
| Litet | 62,5 % | 5 |
| Medelstort | 20,8 % | 10 |
| Stort | 16,7 % | 15 |

# BILAGA C - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk har genomförts.

## Individrisk

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längs en sträcka om 1 kilometer som i de flesta fall är längre än olycksscenariernas konsekvensavstånd. Frekvensen för respektive olyckscenario måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur E-0-1 och Ekvation 1.




*Figur E-0-1. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.*

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - a^2}}{L} \qquad \text{Ekvation 1}$$

| *Variabel* | *Förklaring* |
|---|---|
| $IR_{x,y,i}$ | Individrisk för olycksscenario. |
| $f_i$ | Frekvens för olycksscenario (justerad för spridningsvinkel). |
| $L$ | Längden på vägsträckan (vanligtvis 1 000 meter). |
| $r$ | Konsekvensavstånd. |
| $a$ | Avståndet från utsläppskällan. |
| $x(\sqrt{r^2 - a^2})$ | Del av vägsträcka som olyckan sker på och påverkar individen på visst avstånd från transportled. |

## Beräkningar olycksscenario för drivmedelsstationer

De olycksscenarier som är tänkbara för drivmedelsstationer är ett större utsläpp av drivmedel i samband med påfyllning följt av antändning. Utsläppet leder till pölbildning och antändning leder till en pölbrand med värmestrålning som följd. Strålningen från denna brand kan innebära dödsfall för människor i närheten.

Bensin är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för drivmedelsstationerna, vilket ses som ett konservativt antagande.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar inte strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m2 för varaktighet 1 minut [28]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m2 förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få 2:a gradens brännskador, men alla som får 2:a gradens brännskador omkommer inte.

Riskavstånd beräknas för ett litet, medelstort och stort utsläpp. Förbränningsvärme ansätts till 44,7 MJ/kg och massavbrinningshastighet ansätts till 0,048 kg/m$^2$s [29].

Vid ett stort utsläpp ansätts pölarean till 300 m$^2$ vilket genererar en pölradie på ca 9,8 meter. Avgiven effekt av sådan brand uppgår till ca 644 MW med en avgiven effekt i form av strålning på ca 193 MW. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 28,3 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 38,0 meter.

Vid ett medelstort utsläpp och en pölarea på 100 m$^2$ genereras en pölradie på 5,6 meter. Avgiven effekt av sådan brand uppgår till ca 242 MW med en avgiven effekt i form av strålning på ca 72,6 MW. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 17,7 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 23,3 meter.

Vid ett litet utsläpp och en pölarea på 50 m$^2$ genereras en pölradie på 4 meter. Avgiven effekt av sådan brand uppgår till ca 121 MW med en avgiven effekt i form av strålning på ca 36,3 MW. Riskavståndet från flamfronten resulterar i ca 12,7 meter. Det totala riskhanteringsavståndet av en sådan brand uppgår till 16,7 meter.