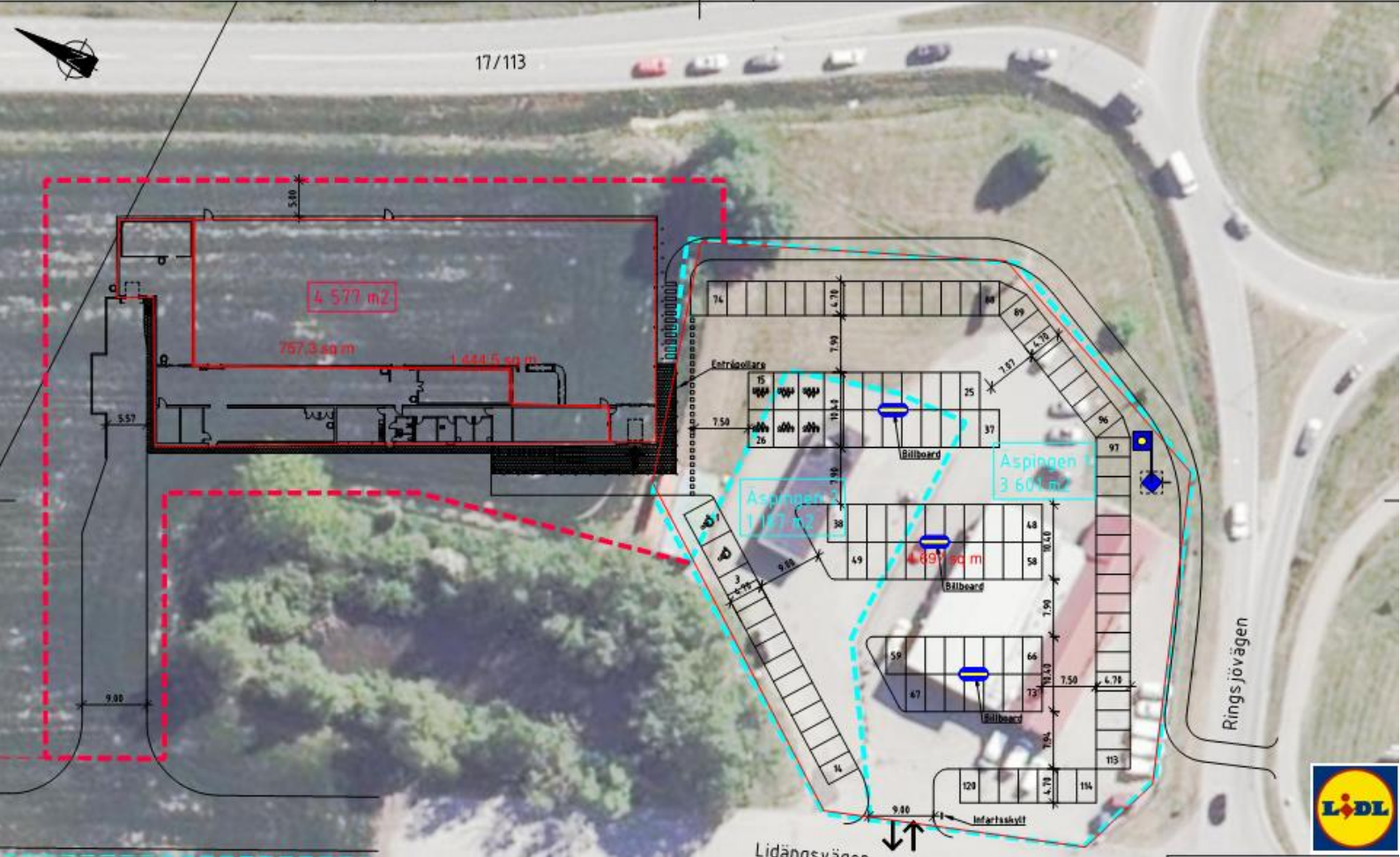




Kund: Lidl Sverige KB

Projekt: Riskutredning för detaljplan Lidl Sverige (Eslöv)

Projektnummer: 790680

Riskutredning

Handläggare
Olivia Wernberg
Telefon
010-505 47 39
Mobil
0722016928
E-post
Olivia.wernberg@afry.com

Datum
2021-11-09
Projekt ID
790680
Beställare
Petra Wahlström
E-post
Petra.wahlstrom@lidl.se

Kund
Lidl Sverige KB

Riskutredning för detaljplan, Lidl Eslöv

Uppdragsledare: Henrik Georgsson
Handläggare: Olivia Wernberg
Intern kvalitetsgranskning: Oscar Linden

Riskutredning

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	8
1.1	Bakgrund och syfte	8
1.2	Avgränsningar	8
2	Metod	9
2.1	Programvara	10
2.2	Styrande lagstiftning och riktlinjer	10
2.3	Kvantitativa riskmått.....	11
2.3.1	Individrisk	12
2.3.2	Samhällsrisk	12
2.4	Risikvärdering	13
3	Skyddsvärda objekt	15
4	Beskrivning av planområde	15
4.1	Persontäthet	15
4.1.1	Nollalternativ	16
4.1.2	Utvecklingsalternativ	18
5	Riskobjekt	20
5.1	Drivmedelsstation	20
5.1.1	Trafikuppgifter drivmedelsstationer	21
5.2	Väg 17/113.....	21
5.2.1	Trafikuppgifter vägtransporter.....	21
5.2.2	Fördelning av farligt gods vägtransporter	21
5.3	Olycksscenarion vid transport farligt gods.....	25
5.4	Sammanfattning olycksscenarion	29
6	Risikanalys	30
6.1	Individrisk	30
6.1.1	Väg 17/113	30
6.1.2	Ringsjövägen	30
6.1.3	Sammanfattning individriskavstånd.....	31
6.2	Samhällsrisk	32
6.3	Kvalitativ analys drivmedelsstation	34
7	Kvalitativ osäkerhets- och känslighetsanalys.....	36
7.1	Känslighetsanalys	36
7.2	Osäkerhetsanalys.....	37

Riskutredning

8	Riskvärdering och säkerhetshöjande åtgärder	39
8.1	Säkerhetshöjande åtgärder	39
9	Slutsatser.....	42
10	Referenser.....	43

Beräkningsbilaga

Riskutredning

Dokumenthistorik

Version	Status	Datum
A	Slutrapport	2020-10-22
B	Reviderad rapport	2021-11-09

Riskutredning

Sammanfattning

I Eslövs kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheterna Åspingen 1 och 2 samt del av kommunens mark. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av industri/kontor samt åkermark, men den nya detaljplanen kommer medge byggnation av livsmedelsbutik samt parkering. Detaljplaneområdet är beläget invid väg 17/113 som är utmärkt som primär led för farligt gods samt två drivmedelsstationer. Eftersom avståndet från vägen till detaljplanen understiger Länsstyrelsens riktlinjer ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. Syftet med denna riskutredning var därför att undersöka personrisker kopplat till farligt gods inom planområdet.

Skyddsobjektet i aktuell utredning har varit planområdet där Lidl ska bygga livsmedelsbutik. Den nya utformningen innebär att befintlig verksamhet med kontor och industrilokaler utgår, och att livsmedelsbutik och parkering byggs på området. Riskkällor i aktuell utredning har varit de transporter av farligt gods som transporteras på Väg 17/113, två närliggande drivmedelsstationer samt transporter av farligt gods till drivmedelsstationerna som går längs Ringsjövägen.

Risker från de två drivmedelsstationerna har bedömts kvalitativt. Risker med transporter av farligt gods på väg 17/113 samt Ringsjövägen har bedömts med hjälp av en kvantitativ analys där individ- och samhällsrisk har beräknats.

Resultatet visar att på avstånd mellan 0 – 94 meter från väg 17/113 är individrisknivåerna så pass höga att säkerhetshöjande åtgärder ska övervägas. På avstånd upp till ca 22 meter från vägen är individrisken något högre, och på korta avstånd från väg 17/113 ökar kravet på riskreducerande åtgärder. Individriskberäkningarna visar också att på ett avstånd kortare än 16 meter från Ringsjövägen är individrisknivån inom ALARP-området. Inom detta avstånd planeras dock ingen bebyggelse, endast parkering. Samhällsrisk är inom det kritiska område där rimliga åtgärder ska vidtas. Oacceptabel risk enligt de kriterier som använts uppnås aldrig.

Kvalitativ analys av drivmedelstationerna visar att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte är nödvändiga, då risker kopplade till drivmedelstationer bedöms hanteras på anläggningarna. De åtgärder som presenteras nedan, till följd av de beräknade individ- och samhällsrisk från väg 17/113 och Ringsjövägen bedöms också ha en positiv påverkan på riskbilden från de båda drivmedelstationerna.

Baserat på beräknade risknivåer föreslås följande åtgärder för att uppfylla en acceptabel risknivå:

- Friskluftsintag riktas bort från farligt gods-led, alternativt förläggas på byggnadens tak.
- Central avstängningsmöjlighet för ventilation skall säkerställas för byggnaden.
- Byggnader utförs så att det är möjligt att utrymma bort från väg 17/113.
- Fasad mot väg 17/113 ska utföras obrännbart fasadmateriell och i brandteknisk klass EI30

Riskutredning

Riskenivåerna från väg 17/113 bedöms understiga individrisknivån 10^{-6} (högre ALARP-området) om föreslagna åtgärder genomförs, vilket innebär att kriterierna enligt RIKTSAM uppfylls.

Om rekommenderad markanvändning och förslag till planbestämmelser tas i beaktande i detaljplanen bedöms föreslagen exploatering vara lämplig och acceptabel ur ett personriskperspektiv.

Utöver ovanstående åtgärder rekommenderas även att en tät skärm eller avbärräcke placeras längs väg 17/113 östra sida. Denna åtgärd är inte nödvändig för att uppnå acceptabla riskenivåer men bedöms vara en rimlig och kostnadseffektiv åtgärd för att minska risken för att fordon kör in i byggnaden.

Icke teknisk sammanfattning

Genomförd riskutredning visar att inom 22 meter från väg 17/113 ska riskreducerande åtgärder genomföras då relativt höga riskenivåer uppnås inom detta avstånd från vägen. Oacceptabla riskenivåer uppnås aldrig, vilket innebär att med relevanta åtgärder kan det vara acceptabelt att bygga inom detta avstånd. Mellan 22-94 meter från väg 17/113 är riskenivåerna något lägre och kravet på åtgärder blir generellt lägre, men acceptabla riskenivåer uppnås först på ett avstånd om 94 meter från väg 17/113.

Riskenivåer från Ringsjövägen är relativt låga och når acceptabla nivåer på ett avstånd om 16 meter från vägen. Inom detta avstånd planeras ingen bebyggelse, endast parkering. Därför föreslås inga specifika åtgärder för att minska riskenivåerna från detta riskobjekt.

Baserat på den beräknade risken, och främst på grund av riskbidraget från väg 17/113, föreslås följande åtgärder för att uppnå en acceptabel nivå:

- Friskluftsintag riktas bort från farligt gods-led, alternativt förläggas på byggnadens tak.
- Central avstängningsmöjlighet för ventilation skall säkerställas för byggnaden.
- Byggnader utförs så att det är möjligt att utrymma bort från väg 17/113.
- Fasad mot väg 17/113 ska utföras obrännbart fasadmaterial och i brandteknisk klass EI30

Utöver ovanstående åtgärder rekommenderas även att en tät skärm eller avbärräcke placeras längs väg 17/113 östra sida. Denna åtgärd är inte nödvändig för att uppnå acceptabla riskenivåer men bedöms vara en rimlig och kostnadseffektiv åtgärd för att minska risken för att fordon kör in i byggnaden.

Riskutredning

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I Eslövs kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla fastigheterna Äspingen 1 och 2 samt del av kommunens mark. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av industri/kontor samt åkermark, men den nya detaljplanen kommer medge byggnation av livsmedelsbutik samt parkering. Detaljplaneområdet är beläget invid väg 17/113 som är utmärkt som primär led för farligt gods. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsens riktlinjer ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. Syftet med denna riskutredning är därför att undersöka personrisker kopplat till farligt gods inom planområdet. Vid behov föreslås åtgärder och planbestämmelser för att reducera riskerna så att en acceptabel risknivå kan erhållas.

1.2 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar planärendet för byggnation av Lidl's butik, inom fastigheterna Äspingen 1 och 2 samt del av kommunens mark.

Risikanalysen avgränsas till att beakta påverkan på människors hälsa från oavsiktliga olyckor med farligt godstransporter på väg 17/113, två intilliggande drivmedelsstationer samt transporter av farligt gods till drivmedelsstationerna längs Ringsjövägen. Risker från andra riskobjekt, såsom industrier eller andra verksamheter har ej beaktats i riskutredningen.

De kvantitativa beräkningarna omfattar olyckor som med påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej. Med olyckor menas i denna rapport händelser som resulterar i en konsekvens där människors hälsa kan påverkas negativt, men där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där istället avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området (om inte dessa i sin tur kan innebära en personrisk).

Riskutredning

2 Metod

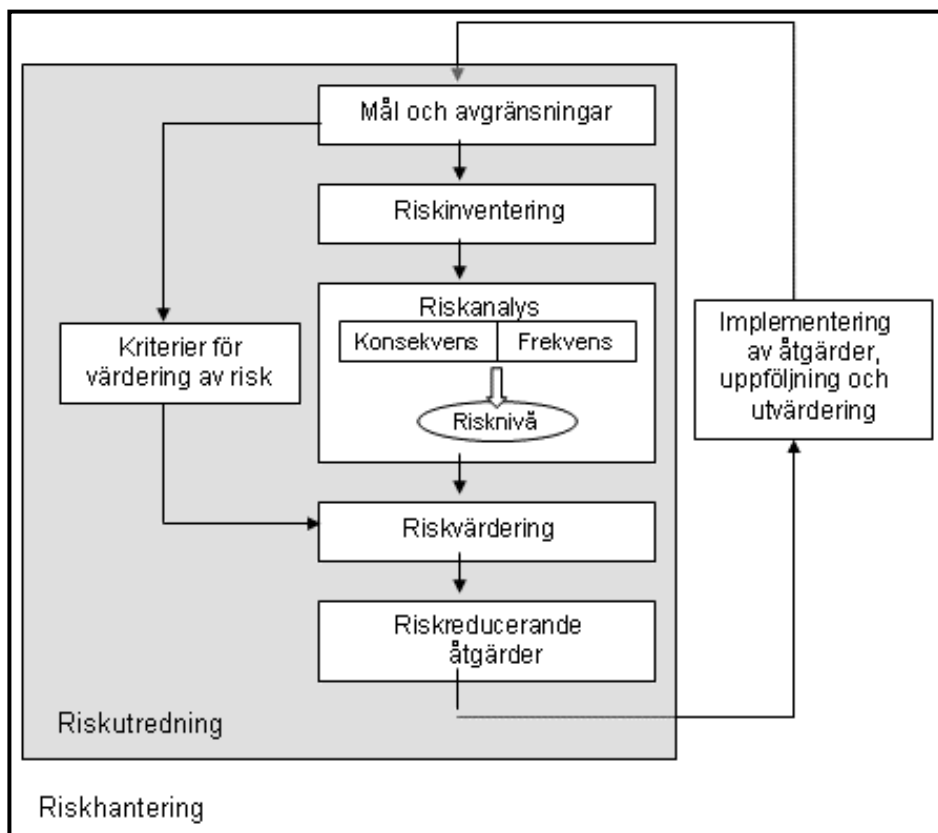
Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de **mål och avgränsningar** som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

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

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

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

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



Figur 2-1. Riskhanteringsprocessen.

Riskutredning

2.1 Programvara

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018). Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande studie baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves (TNO Purple Book, 2005b). Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

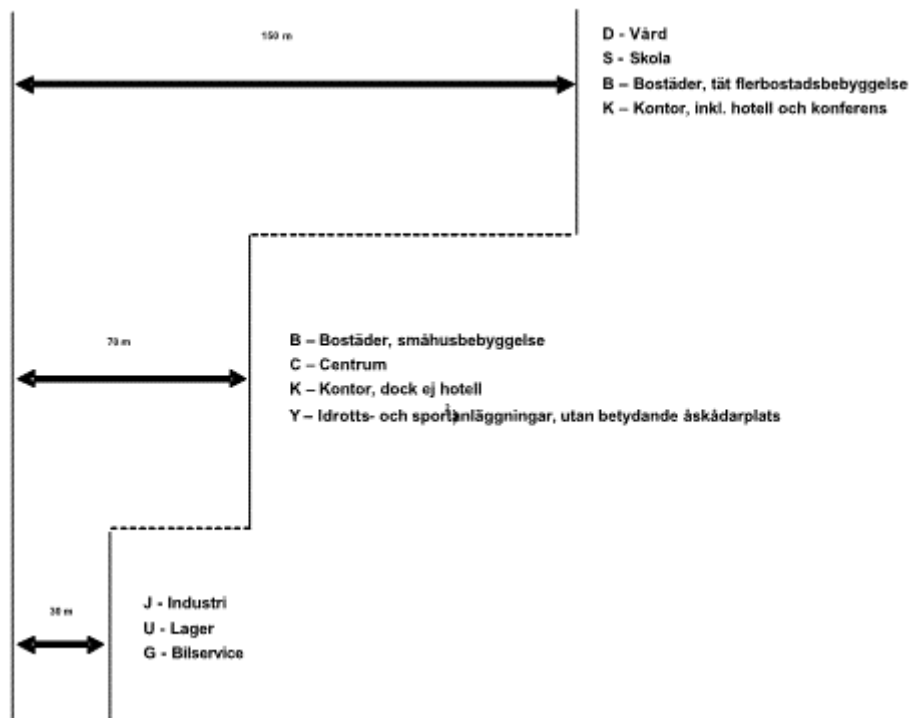
2.2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

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

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

Länsstyrelsen i Skåne län anser att riskerna alltid ska hanteras vid framtagandet av detaljplaner inom ett riskhanteringsavstånd som sträcker sig 150 m från riskobjektet. Inom detta skyddsområde lämpar sig markanvändningen för olika former av verksamheter beroende på avstånd från riskobjektet, se Figur 2-2. I figuren visas tydligt att verksamheter med generellt hög personintensitet kräver ett längre skyddsavstånd. Genom att upprätthålla dessa rekommenderade avstånd uppnås acceptabel riskreduktion med endast skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd (Länsstyrelsen i Skåne, 2007).

Riskutredning



Figur 2-2 Riskhanteringsavstånd för olika markanvändning (Länsstyrelsen i Skåne, 2007).

I RIKTSAM rekommenderas även att vid markanvändning H (handel) ska riskanalysen visa följande:

- Att individrisken understiger 10^{-6} och
- Den deterministiska analysen kan påvisa att det "nettotillskott" av oönskade händelser reduceras eller elimineras av förhållandena på platsen eller efter åtgärder.

2.3 Kvantitativa riskmått

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

Riskutredning

2.3.1 Individrisk

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

Individriska beräknas enligt:

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

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

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

2.3.2 Samhällsrisk

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

Samhällsriska beräknas enligt formel 2 nedan.

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

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

Samhällsriska redovisas normalt i F/N-kurvor.

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

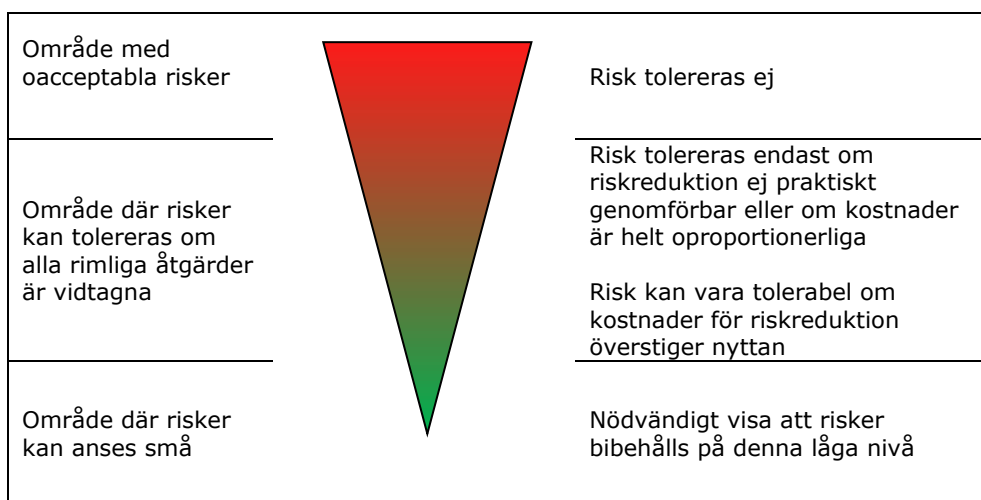
F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor.

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

Riskutredning

2.4 Riskvärdering

För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Det Norske Veritas (DNV) tog, på uppdrag av Räddningsverket, fram förslag på riskkriterier (Räddningsverket, 1997) gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som frekvensen med vilken en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 2-3.



Figur 2-3. Princip för värdering av risk. Fritt från Räddningsverket (1997).

Följande förslag till tolkning föreslås:

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

Riskutredning

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

För individrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):

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

Kriterierna för individrisk avser en hypotetisk oskyddad person utomhus.

För samhällsrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):

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

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

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

Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.

Proportionalitetsprincipen: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.

Fördelningsprincipen: Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.

Principen om undvikande av katastrofer: Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Riskutredning

3 Skyddsvärda objekt

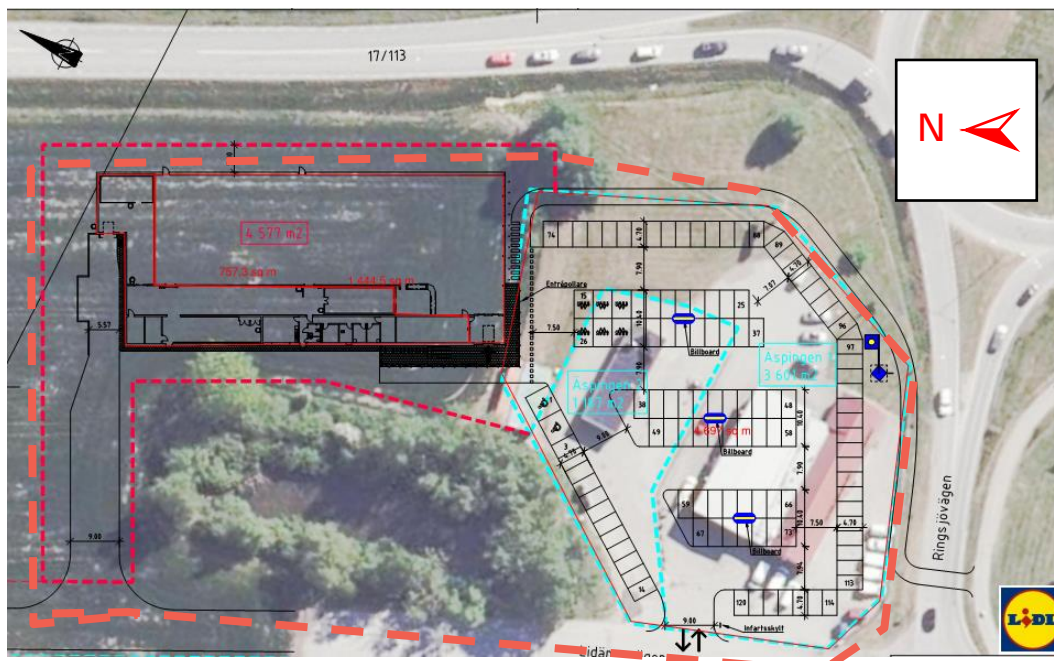
Denna riskutredning fokuserar på oavsiktliga olycksrisker för människors hälsa och säkerhet. Skyddsvärda objekt är personer som vistas inom planerad markanvändning, dvs. inom de planerade fastigheterna, både i och utanför byggnader.

4 Beskrivning av planområde

Planområdet i aktuell utredning syns i Figur 4-1. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av industri/kontor och åkermark.

Lidl planerar att etablera en ny livsmedelsbutik med tillhörande lager samt parkering inom området. Intill planområdet löper väg 17/113 som utgör primär led för farligt gods. Söder om planområdet ligger två bensinstationer.

För att beräkna samhällsriskmålet behöver personbelastningen i området uppskattas, vilket görs i nästkommande avsnitt. För att kunna uppskatta hur riskbilden i området förändras med det nya planförslaget kommer både Nollalternativ samt Utvecklingsalternativ beräknas. Nollalternativet motsvarar områdets befintliga bebyggelse utan att detaljplanen har vunnit laga kraft men med trafikmängder enligt år 2040. Utvecklingsalternativet områdets utformning enligt det nya planförslaget med trafikmängder enligt år 2040.



Figur 4-1 Ortofot med planområdets avgränsning. Till vänster i figuren är butiken placerad och till höger är parkeringen placerad. I väst angränsar planområdet väg 17/113, i syd angränsar området till Ringsjövägen.

4.1 Persontäthet

För att kunna beräkna samhällsrisknivån används områdets persontäthet. I utredningen kommer samhällsrisken att beräknas för två olika scenarier. Dels för befintlig utformning

Riskutredning

(härefter kallat nollalternativ), och dels för fullt vidtagen detaljplan och planerad bebyggelse (härefter kallat utvecklingsalternativ). Av denna anledning behöver persontätheten i området uppskattas för båda beräkningsscenarierna. Även kringliggande bebyggelse inkluderas för att kunna uppskatta den totala riskbilden i området.

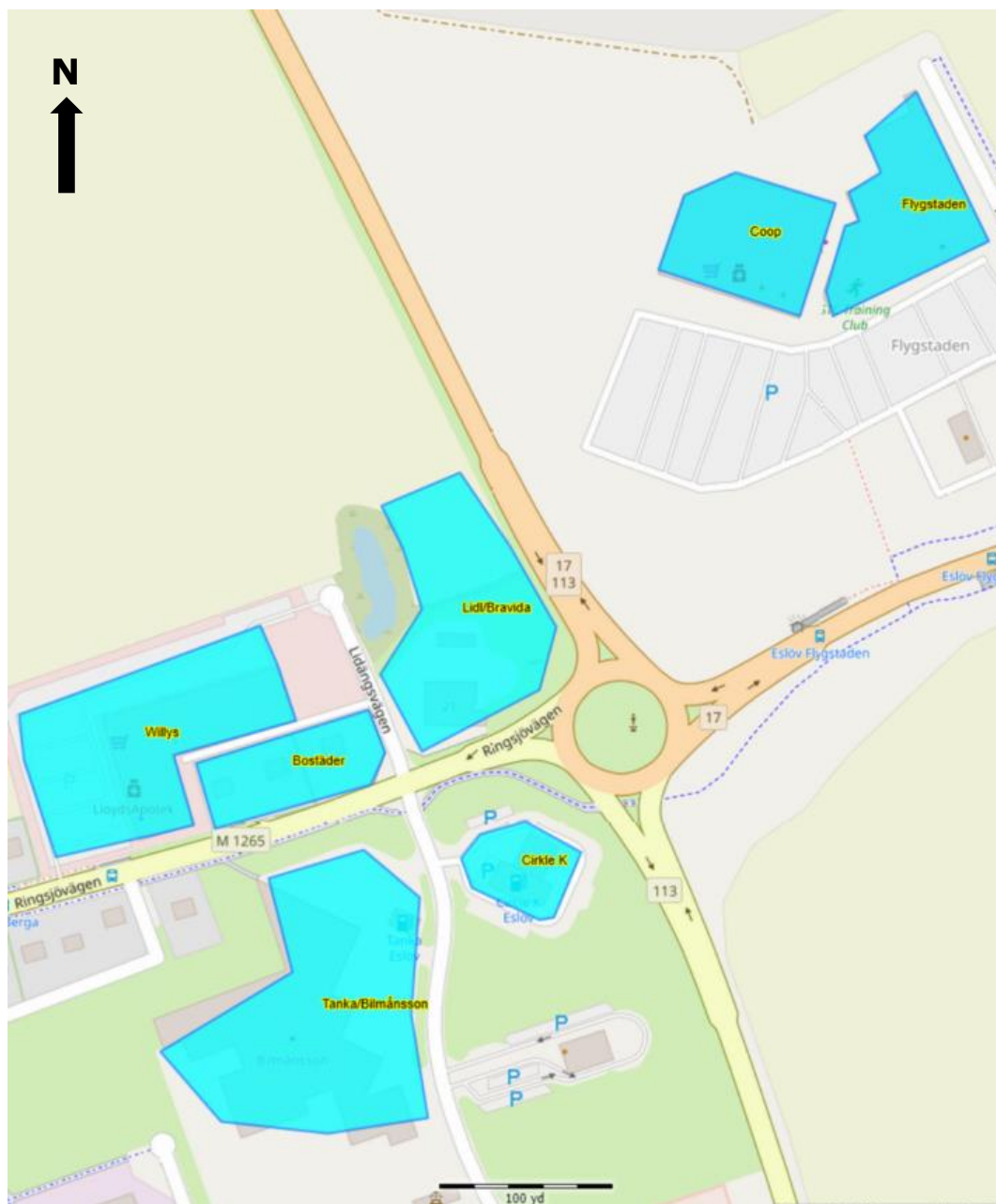
I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner. Då polygonernas utformning har inverkan på resultatet har följande grundförutsättningar ansatts:

- Bostäder och verksamheter inom 150 meter från planområdet, på väg 17/113s västra sida. Avståndet har valts med avseende på Länsstyrelsens riktlinjer angående riskhänsyn vid fysisk planering intill transportleder för farligt gods (Länsstyrelsen i Skåne, 2007)
- För sammanhållen bebyggelse har polygonerna inkluderat hela det aktuella området. För fristående tomter har endast aktuell fastighet inkluderats i polygonen.
- Fristående byggnadsverk där personer inte förväntas uppehålla sig stadigvarande har inte inkluderats.

4.1.1 Nollalternativ

I beräkningsprogrammet definieras befolkningspolygoner enligt Figur 4-2. Polygonerna har utformats enligt förutsättningarna ovan.

Riskutredning



Figur 4-2. Definition av befolkningspolygoner.

Riskutredning

I Tabell 4-1 presenteras indata till respektive befolkningspolygon. Då exakta uppgifter för persontäthet saknas för verksamheter i området ansätts persontätheten i enlighet med rekommendationer från Green Book (TNO Green Book, 1992). I denna anges en persontäthet om 200 personer per hektar för butiker och 40 personer per hektar inom lagerutrymmen. Willys butiksyta uppskattas till ca 3000 m² och lagerutrymmen till ca 1000 m². Området nordöst om väg 17/113 (Coop & flygstaden) består av livsmedelsbutik samt handelsområde. Personbelastning antas vara enligt ovan, där Coop består av butik (3380 m²) och lager (3500 m²) och personantalet på handelsområdet (4150 m²) antas vara likt butik. Industriområden och handel med skrymmande varor anges ha en ungefärlig persontäthet på 40 personer per hektar, vilket också antas gälla på bensinstationer samt de verksamheter (Bravida och Bilmånsson) som finns i området. Då både butik och bensinstation har öppet under kvällstid/natttid antas en viss andel även befinna sig i området på natten.

Vidare antas att det i snitt bor 2,7 personer per bostad (Statistiska Centralbyrån, 2018) och att 100 % av de boende vistas inom området på natten och 60 % på dagen.

Tabell 4-1: Personbelastning för respektive befolkningspolygon.

Befolkningspolygon	Person-belastning (dag natt)	Nyttjandegrad	Fraktion inomhus (dag natt)
Bravida	8 4	365 dagar/år	0,8 0,8
Bostäder	6 8	365 dagar/år	0,93 0,99
Willys	64 16	365 dagar/år	0,8 0,8
Bensinstation/Cirkle K	14 4	365 dagar/år	0,5 0,5
Bilmånsson/tanka	40 0	365 dagar/år	0,8 -
Coop	82 20	365 dagar/år	0,8 0,8
Flygstaden	83 20	365 dagar/år	0,8 0,8

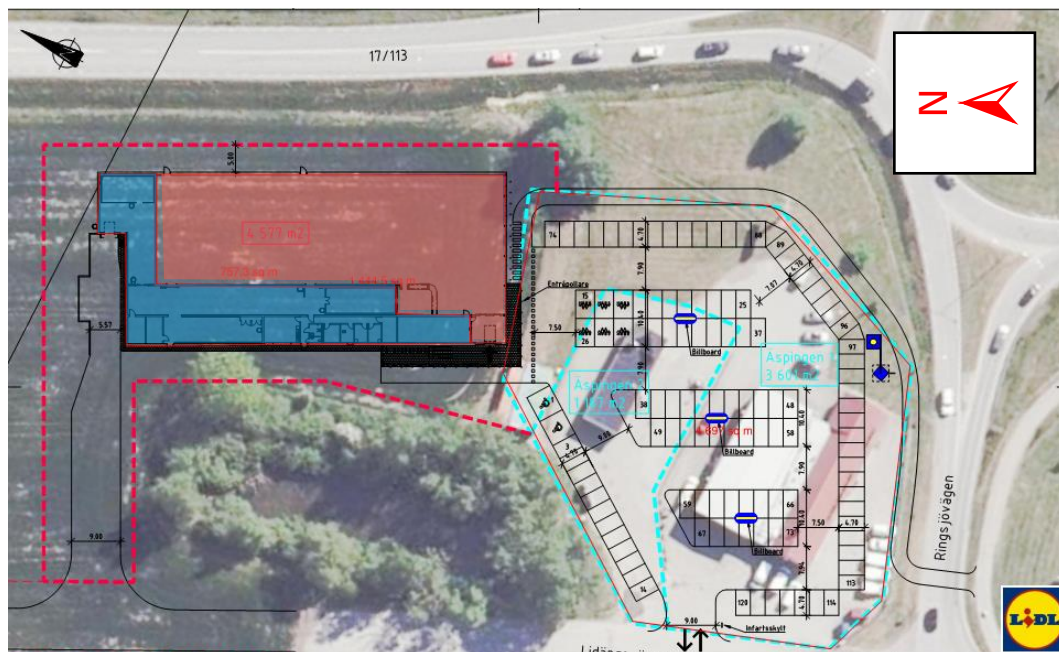
4.1.2 Utvecklingsalternativ

I utvecklingsalternativet tillkommer detaljplaneområdet som ska prövas, vilket kommer utgöras av livsmedelsbutik med tillhörande parkering och lagerutrymme. Planområdet ligger där Bravida idag bedriver verksamhet vilket innebär att denna verksamhet försvinner vid utvecklingsalternativet.

Persontätheten antas vara 200 personer per hektar enligt ovan. Lagret antas ha en befolkningstäthet av 40 personer per hektar. Butiksytan uppskattas till ca 1450 m² och lagerutrymmet till ca 750 m².

I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner, vilka redovisas i Figur 4-3 och Tabell 4-2 för utvecklingsalternativet.

Riskutredning



Figur 4-3 Tillkommande polygon i utvecklingsalternativet. Butiksytan är markerat i rött och lagerytan är markerad i blått.

Tabell 4-2: Personbelastning för respektive befolkningspolygon i utvecklingsalternativet.

Beskrivning	Antal personer dagtid	Fraktion inomhus	Nyttjande grad
Lager	3	0,8	365 dgr/år
Butik	29	0,8	365 dgr/år

I genomsnitt vistas 32 personer i butiken. Under stora delar av dagen är personantalet antagligen lägre än 32, vilket gör att personantalet är överskattat under denna tid. Detta vägs delvis upp av att under enstaka timmar av dagen antas personantalet vara högre än detta, till exempel under några få timmar på eftermiddag/kväll då människor vanligen handlar. Sammantaget bedöms det genomsnittliga personantalet vara en rimlig konservativ skattning.

Riskutredning

5 Riskobjekt

De identifierade riskobjekten som kommer analyseras vidare är väg 17/113, de två bensinstationer som ligger i närheten av planområdet samt de transporter som går längs Ringsjövägen till drivmedelsstationerna. Riskobjekten och deras placering i förhållande till detaljplanen syns i Figur 5-1.



Figur 5-1 De identifierade riskobjekten i förhållande till detaljplanen som syns i rött. Väg 17/113 visas med streckad blå linje, Ringsjövägen visas med strecka grön linje. De två bensinstationerna syns i röd ring.

5.1 Drivmedelsstation

Två drivmedelsstationer ligger invid området, på 60 meter respektive 85 meter från plangränsen.

En av de mest riskfyllda situationerna kring drivmedelsstationer involverar lastning/lossning av drivmedel då en förhöjd brand- och explosionsrisk föreligger. Det är dock mycket ovanligt att olyckor som involverar brand och explosioner inträffar vid drivmedelsstationer. En av de vanligaste olyckshändelserna som uppkommer vid drivmedelsstationer är istället olika former av spill. Spill av brandfarliga vätskor kan ske från pumpmunstyckena som kunderna använder. Dessa kan leda till utsläpp vid lossning på grund av exempelvis otäta kopplingar, slangbrott, överfyllning m.m. och då bilda en pöl varifrån förångning kan ske. Relativt vanligt förekommande är att kunder glömmer handtaget från terminalen kvar i bilen och kör iväg vilket leder till spill inom området. Det finns risk för att ångorna antänds i

Riskutredning

kontakt med tändkällor såsom heta ytor, statisk elektricitet eller öppna lågor. Eftersom ångorna är tyngre än luft sker en ansamling i lågpunkter i utsläppets omgivning.

Beskrivna risker ovan hanteras vidare kvalitativt i rapporten. Transporter med farligt gods till drivmedelsstationerna inkluderas dock i den kvantitativa analysen.

5.1.1 Trafikuppgifter drivmedelsstationer

Transporter av drivmedel till de två drivmedelsstationerna sker längs Ringsjövägen. Endast brandfarlig vätska (klass 3, se vidare nedan) antas transporteras på denna sträcka. Enligt uppgift från verksamheten uppskattas Tanka få ca 3 leveranser av drivmedel per vecka. Exakt antal transporter till Circle K har ej kunnat delges. Antalet transporter antas därför vara ungefär samma som till tanka, det vill säga 3 i veckan. För att vara konservativ avrundas detta upp till att det totalt går 7 transporter med farligt gods per vecka längs Ringsjövägen.

Sammanlagt bedöms 364 farligt gods transporter gå längs Ringsjövägen per år.

5.2 Väg 17/113

5.2.1 Trafikuppgifter vägtransporter

I denna analys används trafikmängder för 2014-2015 (Trafikverket, 2018) tillsammans med trafikuppräkningsstal som gäller för trafikutvecklingen 2014-2040, 1,56 (Trafikverket, 2018a). ÅDT farligt gods har räknats ut som 5 % av ÅDT – tung trafik enligt (Trafikanalys, 2017).

Trafiksiffrorna för väg 17/113 förbi planområdet redovisas i Tabell 5-1. Trafiksiffrorna gäller sammanlagt för båda riktningar. De fetstilta värdena i tabellerna används vid frekvensberäkning.

Tabell 5-1 Väg 17/113 – ÅDT total, tung trafik och farligt gods transporter för år 2014 och 2040.

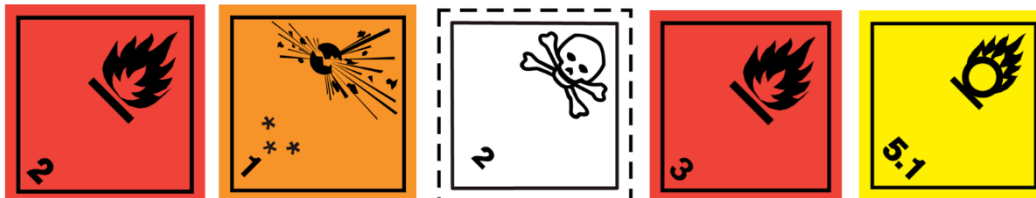
År	ÅDT – total	ÅDT – tung trafik	ÅDT – farligt gods
2014	9313	1116	56
2040	14 500	1740	87

Frekvensen för olycka med farligt gods längs vägen förbi området beräknas sedan enligt metod som beskrivs i beräkningsbilagan till en grundfrekvens av $4,31 \cdot 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar en sådan olycka ungefär var 23:e år.

5.2.2 Fördelning av farligt gods vägtransporter

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

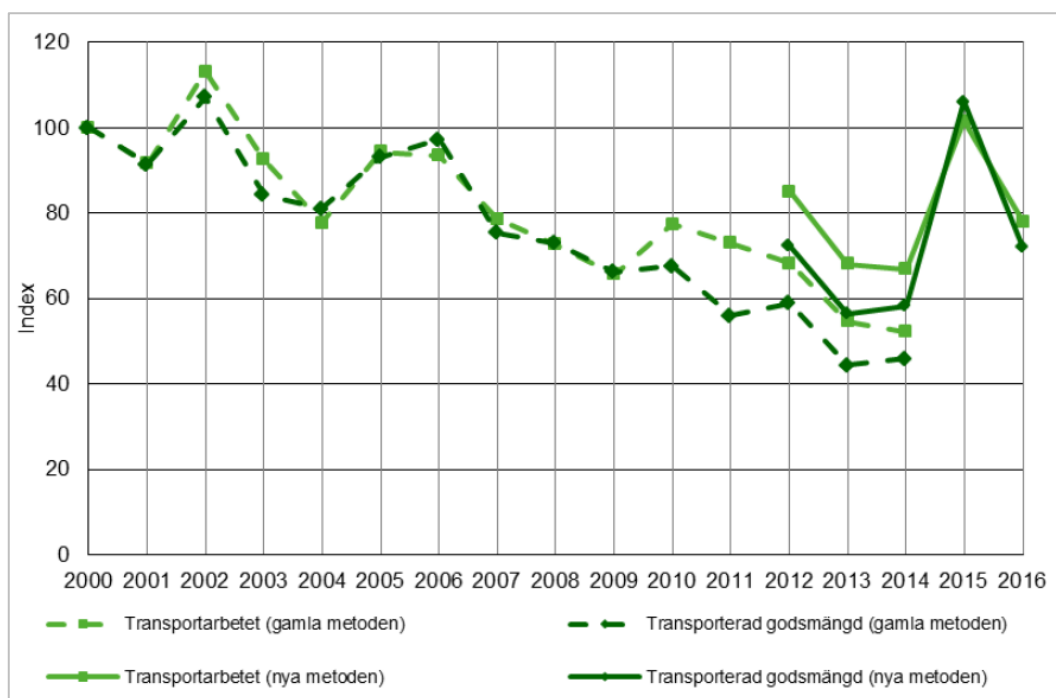
Riskutredning



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

Ingen lokal statistik finns framtagen avseende farligt godstransporter för väg 17/113. Som underlag används därför nationell statistik för trafik avseende farligt gods för att bedöma transporterade mängder och dess fördelning för det aktuella vägnätet.

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



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

Riskutredning

Den senast officiellt framtagna statistiken som visar hur fördelningen av farligt godsklasser ser ut på det svenska vägnätet avser 2017. Ett genomsnitt på fördelningen utifrån antalet transporter redovisas i Tabell 5-2 avseende perioden 2009-2017.

Tabell 5-2. Inrikes farligt godstransporter fördelat på ADR/ADR-S (Trafikanalys, 2017) & (Trafikanalys, 2015) & (Trafikanalys, 2016) & (Trafikanalys, 2014) & (Trafikanalys, 2010) & (Trafikanalys, 2011) & (Trafikanalys, 2012) & (Trafikanalys, 2013).

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

Dessvärre redovisas inte indelningen i de olika underklasserna till klass 2 i den officiella svenska statistiken från Trafikanalys. Baserat på dåvarande Räddningsverkets undersökning av farligt godsflöden (i ton) i september 2006 anges i den rapporten att klass 2.1 (Brandfarlig gas) stod för 3,84 % av totala farligt godsmängden, klass 2.2 för 9,38 % och klass 2.3 (Giftig gas) stod för 0,05 % för aktuell sträcka (Statens Räddningsverk, 2006). Denna undersökning anger dock andelen av transportmängden och inte antal transporter.

Riskutredning

Detta måste dock antas vara likställt för att kunna komma fram till en fördelning. Enligt beräkningen ovan anges att klass 2 totalt sett utgör 17,6 % av farligt godstransporterna som genomsnitt under år 2009-2017. Efter att ha använt samma fördelning som i Räddningsverkets undersökning avseende klass 2 fås att klass 2.1 utgör 5,37 %, klass 2.2 utgör 13,13 % och klass 2.3 utgör 0,07 %. Dessa antaganden kommer att användas i beräkningarna. I Tabell 5-3 redovisas den använda fördelningen i sin helhet

Tabell 5-3 Använd fördelning i beräkningarna.

Klass	Typ av farligt gods	Fördelning i beräkning [%]
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	0,06%
Klass 2.1	Brandfarliga gaser	5,37%
Klass 2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	13,13%
Klass 2.3	Giftiga gaser	0,07%
Klass 3	Brandfarliga vätskor	56,34%
Klass 4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,25%
Klass 4.2	Självantändande ämnen	0,69%
Klass 4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	1,00%
Klass 5.1	Oxiderande ämnen	1,38%
Klass 5.2	Organiska peroxider	0,00%
Klass 6.1	Giftiga ämnen	9,60%
Klass 6.2	Smittsamma ämnen	0,00%
Klass 7	Radioaktiva ämnen	0,00%
Klass 8	Frätande ämnen	10,60%
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	1,51%
Totalt		100 %

Riskutredning

5.3 Olycksscenarion vid transport farligt gods

Då både transporter av farligt gods på väg och järnväg delas in i samma klasser presenteras här ett gemensamt avsnitt för vilka olycksscenarion som kan förväntas vid olycka med farligt gods.

Explosiva ämnen (klass 1)

Inom kategorin explosiva ämnen/varor är det primärt underklass 1.1 som utgörs av massexplosiva ämnen som har ett skadeområde på människor större än ett 10-tal meter, upp till 200 m. Exempel på sådana varor är sprängämnen, krut mm. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion härrör dels från direkta tryckskador men även värmestrålning samt indirekta skador som följd av sammanstörtade byggnader är troliga. Skadorna vid påverkan på varor av klass 1.2 till 1.6 ger inte samma effekt utan rör sig mer om splitter eller dyl. som flyger iväg från olycksplatsen (VTI, 1994).

Bedömning: Givet att regelverket kring transport av explosiva ämnen är mycket strikt, bedöms sannolikheten för explosion med explosiva ämnen som mycket låg, men inkluderas ändå i beräkningarna.

Brandfarlig gas (klass 2.1)

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

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

(MSB, 2018)

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

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

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

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/explosion
- BLEVE

Jetbrand:

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

Riskutredning

Gasmolnsbrand/explosion:

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

Vid en gasmolnsexplosion är förbränningshastigheten högre och en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, d.v.s. flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft och, i de flesta fall, att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människa och egendom både till följd av värmestrålning och direkta samt indirekta skador av tryckvågen.

BLEVE

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

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

Giftig gas (klass 2.3)

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

Ammoniak

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

Riskutredning

mellan ungefär 5000- 10000 ppm för mycket kort exponering (HHS1, 2004). I riskberäkningarna används därför också 5000 ppm LC50 som gränsvärde för effekt.

Klor

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

Bedömning

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

Brandfarlig vätska (klass 3)

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

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

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

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

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

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

Oxiderande ämne (klass 5)

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

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

Riskutredning

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

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

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

Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6)

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

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

Radioaktiva ämnen (klass 7)

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

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

Frätande ämne (klass 8)

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

Bedömning: Eftersom konsekvenserna begränsas till område precis kring olyckan, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera denna kategori.

Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9)

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

Riskutredning

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

5.4 Sammanfattning olycksscenario

Enligt riskidentifieringen bedöms att följande olycksscenario bör beaktas i riskanalysen.

- Olycka med explosiva ämnen, på väg 17/113
- Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/explosion och BLEVE, på väg 17/113
- Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klorgas, på väg 17/113
- Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand, på väg 17/113 samt Ringsjövägen
- Olycka med oxiderande ämnen: explosion och brand, på väg 17/113

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

Riskutredning

6 Riskanalys

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

I resultatavsnittet utreds följande scenarier:

- Nollalternativ för prognosår 2040.
- Utvecklingsalternativ för prognosår 2040.

6.1 Individrisk

Eftersom individriskanalysen är oberoende av persontäthet är denna samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

För individrisk föreslås följande kriterier (Räddningsverket, 1997):

Acceptabel risk < 10^{-7} per år < Lägre ALARP < 10^{-6} < Högre ALARP < 10^{-5} per år < Oacceptabel risk

Då avstånden till acceptabel risk är beroende av vind- och väderparametrar skiljer sig avståndsangivelser mellan olika sidor av ett riskobjekt. Konsekvent kommer avstånd mot planområdet från respektive riskobjekt att presenteras. En summering över individriskresultat görs i avsnitt 6.1.5 med Tabell 6-1 och Figur 6-1.

6.1.1 Väg 17/113

Nedan presenteras avstånd som gäller från väg 17/113 mot planområdet.

- På avstånd mellan 0– 22 meter är individrisknivån inom högre ALARP-området (över 10^{-6} per år, se rödmarkerat fram till orange kurva i Figur 6-1) där kraven på säkerhetshöjande åtgärder generellt sett är höga.
- På avstånd längre än **94 meter** från väg 17/113 är individrisknivån lägre än 10^{-7} per år vilket medför en acceptabel individrisknivå. (Grönt område i Figur 6-1)
- Området mellan 22 – 55 meter från väg 17/113 ligger inom ALARP-nivån där byggnation skulle kunna medges om säkerhetshöjande åtgärder vidtas. (se gul skaffering fram till gul kurva i Figur 6-1)

6.1.2 Ringsjövägen

Nedan presenteras avstånd som gäller från Ringsjövägen mot planområdet.

- På avstånd längre än **16 meter** från Ringsjövägen är individrisknivån lägre än 10^{-7} per år vilket medför en acceptabel individrisknivå.
- Området mellan 0 – 16 meter från Ringsjövägen ligger inom ALARP-nivån där byggnation skulle kunna medges om säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Riskutredning

6.1.3 Sammanfattning individriskavstånd

I Tabell 6-1 och Figur 6-1 sammanfattas erhållna individriskavstånd.

Tabell 6-1 Sammanfattning av individriskavstånd.

Riskobjekt	Acceptabel risk (10^{-5}) inom följande avstånd	Högre ALARP (10^{-6}) inom följande avstånd	Lägre ALARP (10^{-6}) inom följande avstånd	Acceptabel risk (10^{-7}) bortom följande avstånd
Väg 17/113	-	22	94	94
Ringsjövägen	-	-	16	16



Figur 6-1. Individriskkonturer längs riskobjekten. Blå markering visar ungefärliga planområdesgränser för utvecklingsalternativet. Gul linje markerar individriskkontur för 10^{-6} per

Riskutredning

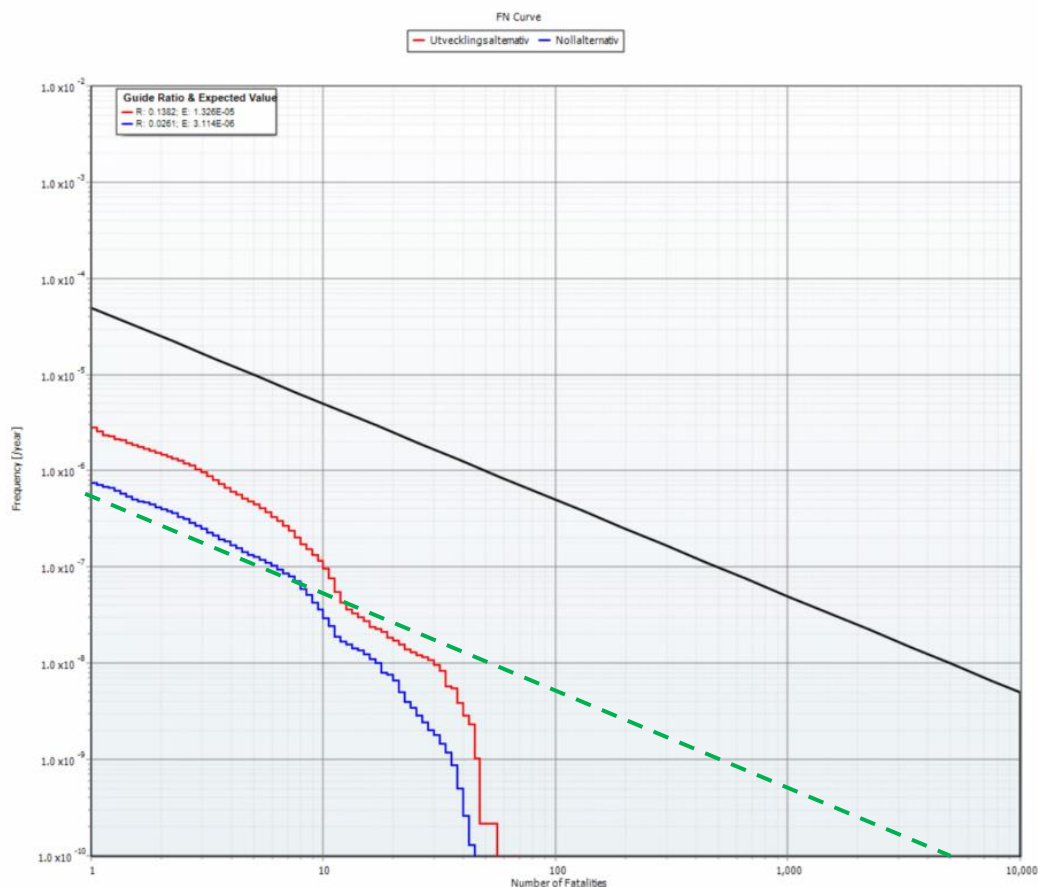
år, dvs området där säkerhetshöjande åtgärder bör vidtas för detaljplanen. Orange linje visar individriskkonturer för 10-6 per år.

6.2 Samhällsrisk

Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån hamnar inom ALARP-området för skadehändelser som medför mindre än ca 15 omkomna för utvecklingsalternativet mindre än ca 8 omkomna för nollalternativet, vilket tyder på att utvecklingsalternativet höjer risknivån. Detta betyder att rimliga säkerhetshöjande åtgärder bör vidtas ur ett samhällsriskperspektiv.

Genom att, för samtliga olycksscenarier summera produkten av konsekvens och frekvens beräknas respektive scenarios andel av den totala riskbilden. Efter sammanvägningen syns att brandfarlig gas utgör 65 % av samhällsrisken för studerat område och brandfarlig vätska 29 % av samhällsrisken för undersökt område. På kortare avstånd utgör dock olycka med brandfarlig vätska störst riskbidrag. Tillsammans utgör olycka med brandfarlig gas samt brandfarlig vätska 94% av samhällsrisken för studerat område, varför säkerhetshöjande åtgärder mot dessa skadehändelser därför ska prioriteras. I övrigt utgör olycka med giftig gas 5 % och explosiva ämnen ungefär 1 % av samhällsrisknivån.

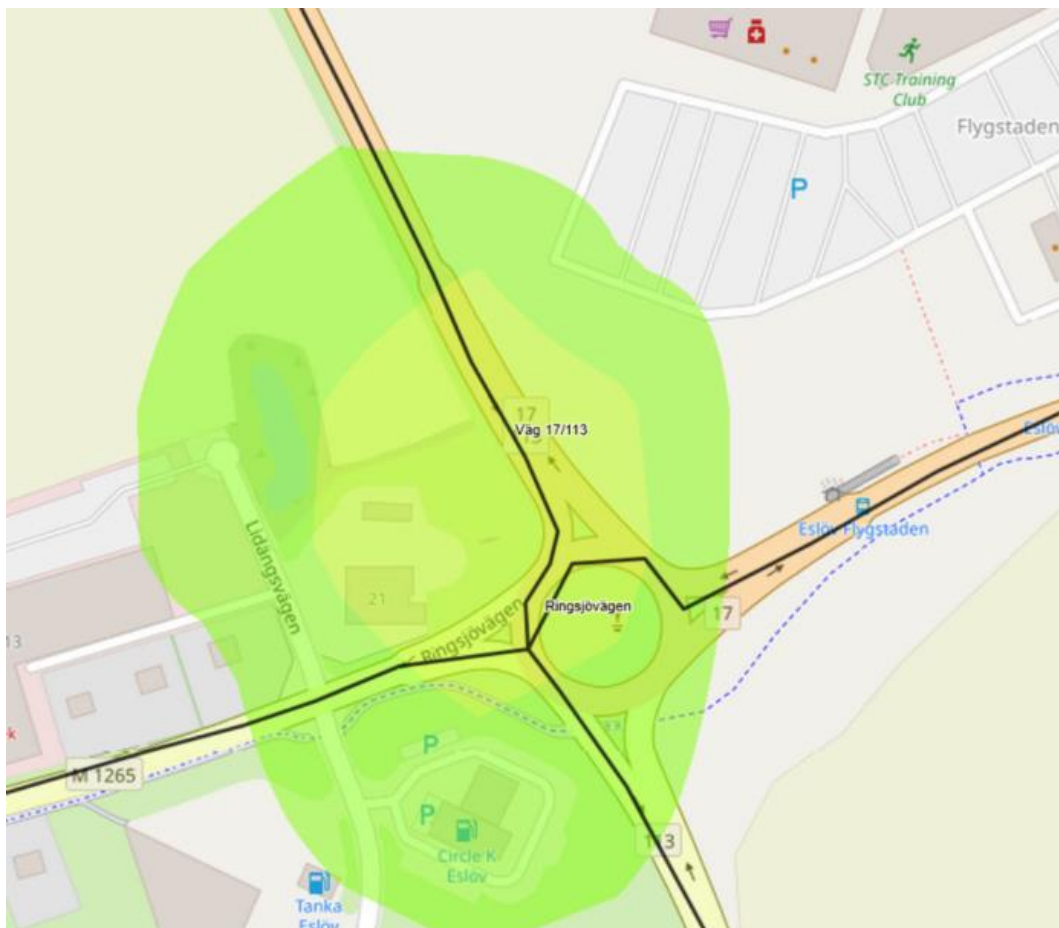
Riskutredning



Figur 6-2. Kurva över samhällsrisknivån för undersökt område. Röd linje visar samhällsrisk för Utvecklingsalternativet, blå linje visar samhällsrisk för nollalternativet. Samhällsrisk för utvecklingsalternativet är inom det nedre ALARP-området för skadehändelser som medför mindre än 15 omkomna.

I Figur 6-3 syns vilka områden längs sträckan som bidrar mest till samhällsrisk och följaktligen var säkerhetshöjande åtgärder har störst effekt. Bidraget är starkt beroende av personbelastning och avstånd till riskobjekt. Färgerna symboliserar det relativa bidraget och går i skala från röd-orange-gul-grön (högst till lägst bidrag) där ingen färg betyder inget bidrag till samhällsrisk.

Riskutredning



Figur 6-3: Planområdets och närmsta omgivningarnas bidrag till samhällsrisknivån, vilket är starkt beroende av personbelastning och avstånd till vägen. Färgerna symboliserar det relativa bidraget och går i skala från röd-orange-gul-grön (högst till lägst bidrag) där ingen färg betyder inget bidrag till samhällsrisk. I detta fall skiftar området endast i grönt-gult.

6.3 Kvalitativ analys drivmedelsstation

En drivmedelsstation som hanterar brandfarlig vätska kan orsaka flertalet olika olycksscenarion.

- Utsläpp med pölbrand till följd av påfyllning av cisterner med brandfarlig vätska.
- Utsläpp med pölbrand till följd av transport med farligt gods.
- Utsläpp med pölbrand till följd av läckage vid tankning.
- Avdunstning av brandfarliga ångor från pöl med antändning av gasmoln som följd.
- Explosion efter bildning av brännbar gasblandning i tank.
- Explosion till följd av läckage av gasol med efterföljande antändning av gasmolnet.

För att hantera dessa risker finns vid utformning av bensinstationer olika barriärer, vilka kan vara både tekniska lösningar som ska förhindra misstag och mildra effekter av fallerande system och på så sätt minska sannolikheten för olycka, men även åtgärder som

Riskutredning

syftar till att reducera konsekvenser av en olycka, t.ex. skyddsavstånd. Regler som beskriver hur en drivmedelsstation ska utformas sammanfattas i MSB:s skrift *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* (MSB, 2015).

Aktuell drivmedelsstation förutsätts utan djupare analys uppfölja de riktlinjer som gäller för drivmedelsstationer enligt vad som anges i ovan nämnda skrift.

Dock medför kraven för omgivande bebyggelse att förändringar i planområdet medger att gällande krav kring avstånd upprätthålls i alla skeden av områdets utveckling. Enligt skriften ska minsta avstånd till plats där människor vanligen visas, så som butik, vara minst 25 meter. Avståndet mellan plangränsen och tankplatser vid drivmedelsstationerna är som minst 56 respektive 85 meter. Avstånd till planerad byggnad är ca 110 respektive 180 meter från drivmedelsstationerna. Erfarenhet från tidigare riskutredningar visar att olyckor med brandfarliga vätskor har ett kortare konsekvensavstånd än så, vanligen runt ca 30 meter.

Då handbokens säkerhetsavstånd är uppfylla med god marginal bedöms ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte vara nödvändiga med avseende på hantering av brandfarliga gaser och vätskor på drivmedelsstationen. Riskerna kopplade till drivmedelsstationerna anses vara hanterade på anläggningarna, och bedöms inte påverka planområdet. Dessutom är det avstånd som finns mellan planerad byggnad så pass långt att en olycka på drivmedelstationen inte bör påverka byggnaden i stor utsträckning. De åtgärder som presenteras nedan, till följd av beräknad individ- och samhällsrisk från väg 17/113 och Ringsjövägen, bedöms också ha en positiv påverkan på riskbilden från de båda drivmedelstationerna. Sammantaget bedöms därför inga ytterligare åtgärder till följd av risker på drivmedelsstationerna vara nödvändiga.

Riskutredning

7 Kvalitativ osäkerhets- och känslighetsanalys

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

7.1 Känslighetsanalys

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

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

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

Genom att beräkna frekvensen för olycka med farligt gods med en annan metod kan olycksfrekvensen i VTI-modellen jämföras. En sådan metod har föreslagits av Länsstyrelsen i Halland (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011). Metoden utgår från antalet olyckor där fordon som skyltats med "farligt gods" som inrapporterats till MSB. De inrapporterade olyckorna innebär inte endast att det farliga godset har släppts ut, utan även att ett fordon som transporterar farligt gods har medverkat i en trafikolycka. En osäkerhet i inrapporteringen är att det kan finnas ett mörkertal, dvs. alla olyckor rapporteras inte in så att risknivån underskattas. Dock bedöms det som mycket osannolikt att allvarliga olyckor inte finns inrapporterade i underlaget. Förutom att metoden är känslig avseende inrapporterade olyckor tar den ingen hänsyn till vägtyp, hastighetsbegränsning och andra faktorer med påverkan på trafiksäkerheten på den sträcka som studerats. Olycksfrekvensen bygger på ett rikssnitt oberoende av allt detta, endast med hänsyn till totalt körsträcka för tunga fordon i Sverige.

Inrapporterade olyckor redovisas i Tabell 7-1.

Tabell 7-1. Inrapporterade olyckor med farligt gods under transport på det svenska vägnätet 2007-2016 (MSB, 2018).

År	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Antal rapporterade olyckor med farligt gods under transport på väg	19	16	15	16	14	13	18	6	12	7

Riskutredning

Genomsnittet för ovanstående period är således 14 olyckor per år.

Total körsträcka för tunga fordon år 2016 är $3,0 \cdot 10^9$ fordonkm per år i hela landet och i snitt utgör farligt gods 4% av den totala tunga trafiken (Trafikanalys, 2017).

Antal olyckor per körd kilometer med farligt gods kan då beräknas till $1,13 \cdot 10^{-7}$.

Enligt de transportberäkningar som genomförts körs ungefär 31 755 transporter med farligt gods per år på studerad sträcka för prognosåret 2040. Frekvensen för olycka med farligt gods på en ca 1 kilometer lång sträcka blir då $1 \cdot 31\,523 \cdot 1,13 \cdot 10^{-7} = 3,59 \cdot 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar en olycka med farligt gods ungefär vart 278:e år. Motsvarande frekvens enligt VTI-modellen, och som används i alla kvantitativa beräkningar i denna rapport, är $4,31 \cdot 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar en olycka vart 23:e år. VTI-modellens olycksfrekvens är alltså ca 10 gånger högre (en tiopotens). I beräkningsbilagorna presenteras individrisken för VTI-modellen, men i individriskkurvan redovisas även beräkningen om ovanstående modell används som inledande olycksfrekvens i händelseträden.

Det kan konstateras att förändring i persontäthet inom det studerade planområdet har en påverkan på samhällsriskerna men inte på individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i persontäthet och samhällsriskens känslighet för dessa variationer. En allmän ökning av persontätheten ger en allmän ökning av samhällsriskerna men det är svårt att ange i exakt vilket område av f/N-kurvan ökningen sker. Klart är dock att en ökning i persontäthet innebär en förskjutning av f/N-kurvan åt höger.

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

7.2 Osäkerhetsanalys

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

Riskutredning

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

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

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

Marken som ska exploateras kommer att utgöras av parkering och butik, vilket av erfarenhet har låg persontäthet. Det bedöms därav att en personbelastning högre än de som är antagna i känslighetsanalysen (som också medgav en acceptabel samhällsrisk) är osannolika.

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

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

- Den säkerställda trend som visar generellt minskande trafikolycksfrekvens med allvarliga konsekvenser har inte beaktats. I stället förutsätts den olycksfrekvens som gällde vid tidpunkten för framtagande av de modeller som används, vilket ger en högre frekvens än den som idag är aktuell.
- Teknikutveckling torde leda till minskad olycksfrekvens då modernare fordon kontinuerligt utrustas med teknik som ska minska risken för olyckor. Exempel på detta är instrument som motverkar risken att fordonet ouppsatligt lämnar vägbanan. Sådana åtgärders inverkan på olycksfrekvensen har inte beaktats.
- ADR/RID-klasser som brukar inkluderas i farligt gods-utredningar har överskattats jämfört med de som inte brukar inkluderas.
- Trafikprognoser för år 2040 används, vilka medför en uppräknings av ÅDT (väg) från dagens nivå. I den beräkningsmodell som används medför detta också att antalet transporter av farligt gods beräknas öka. Enligt Trafikanalys har dock transport av farligt gods på väg minskat sedan 2002 (Trafikanalys, 2012), vilket alltså medför att antalet transporter kan vara överskattat.

Riskutredning

8 Riskvärdering och säkerhetshöjande åtgärder

Individriskberäkningarna visar området närmst väg 17/113 i synnerhet hamnar inom risknivåer som är inom ALARP-nivå. Oacceptabla risknivåer uppnås aldrig. På avstånd kortare än 22 meter är individrisknivån i övre ALARP-området där kravställningen på säkerhetshöjande åtgärder generellt sett är hög. Butiken planeras från 17 meter från väg 17/113 (till tomtgräns är det ca 12 meter från väg 17/113), vilket innebär att butiken planeras inom detta avstånd. Individriskberäkningarna visar också att på ett avstånd kortare än 16 meter från Ringsjövägen är individrisknivån inom ALARP-området. Inom detta avstånd planeras dock ingen bebyggelse, endast parkering.

Enligt RIKTSAM (Länsstyrelsen i Skåne, 2007) ska individrisknivån vid markanvändning H understiga 10^{-6} (högre ALARP-området), då beräknade risknivåer överstiger detta inom 22 meter från väg 17/113 presenteras åtgärder för att minska risknivåerna i området.

Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån hamnar inom ALARP-området för skadehändelser som medför färre än ca 15 omkomna, vilket innebär att rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas.

I analysen har ingen hänsyn tagits till att risken för olycka bör minska på grund av närheten till cirkulationsplats. Hastigheten på fordon på väg in eller ut ur cirkulationsplatsen bör vara lägre än 70 km/h, antingen bromsar fordon in eller accelererar och har troligen inte kommit upp i maxhastigheten sträckan förbi planområdet. Detta bör påverka riskbilden i området positivt.

Detta påverkar även risken för avåkning, som bedöms vara liten främst på grund av den lägre hastighet som förväntas hållas invid cirkulationsplatsen. Att ett fordon skulle åka av vägen med en sådan hastighet att både fordon och byggnad påverkas så mycket att människor kan komma till skada bedöms som osannolikt. Vägsträckan förbi planområdet fram till cirkulationsplatsen är dessutom en raksträcka med god sikt, vilket också är positivt ur risksynpunkt. Dock går det inte att utesluta påverkan vid en avåkning helt, och därför föreslås åtgärder för att minimera konsekvensen om det trots allt skulle ske. Risken med avåkning bedöms dock inte utgöra ett hinder för antagande av detaljplanen ur risksynpunkt.

Kvalitativ analys av drivmedelstationerna visar att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte är nödvändiga, då risker kopplade till drivmedelstationer bedöms hanteras på anläggningarna. De åtgärder som presenteras nedan, till följd av de beräknade individ- och samhällsrisk från väg 17/113 och Ringsjövägen bedöms också ha en positiv påverkan på riskbilden från de båda drivmedelstationerna.

8.1 Säkerhetshöjande åtgärder

Sammantaget bedöms nedan föreslagna åtgärder minska risknivåerna så att de understiger oacceptabla nivåer enligt riktlinjerna. Risknivåerna från väg 17/113 bedöms understiga individrisknivån 10^{-6} (högre ALARP-området) om föreslagna åtgärder genomförs, vilket innebär att kriterierna enligt RIKTSAM uppfylls.

Baserat på den beräknade risknivån för planområdet föreslås följande säkerhetshöjande åtgärder:

Riskutredning

Luftintag för byggnader

För ny bebyggelse inom 50 meter ifrån Väg 17/113 ska luftintag placeras antingen på tak eller så högt upp som möjligt på fasad som vetter bort från Väg 17/113.

Förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna, därmed minskas också andelen omkomna inomhus. Detta bedöms ha betydande effekt på stora olyckor med giftiga gaser, till höger i f/N-kurvan. Placering av friskluftsintag som motverkar att utvändig gas läcker in i byggnad skapar en förhållandevis stor riskreducering. Den totala riskreduceringen av åtgärder anses också vara stor eftersom det finns en påtaglig effekt även mot övriga klasser av farligt gods som innefattar gas (Thomasson, 2017). Resultaten från vindtunnelexperiment med tunggasspridning visar på en nära nog 80 % lägre koncentration på motsatt sida byggnaden.

Central avstängningsmöjlighet för ventilation

Central avstängningsmöjlighet för ventilation skall säkerställas för byggnaden. Avstängning aktiveras via nödstopp alternativt miljöbrytare.

Denna typ av åtgärd ger god effekt mot olyckor med gaser, då de förhindras att ta sig in i byggnaden på ett snabbt och effektivt sätt. Olycka med giftig gas bidrar till ca 5 % av samhällsriskerna och olycka med brandfarlig gas med ca 65 %. Konsekvenserna vid en olycka med giftig gas bedöms bli väldigt små med denna typ av åtgärd. Att brandfarlig gas hindras från att komma in i byggnaden bedöms också positivt ur risksynpunkt även om den riskreducerande effekten inte är lika stor mot denna typ av olycka.

Entréer

Entréer och utrymningsvägar till butiken ska utformas så att det finns möjlighet att utrymma i riktning bort från väg 17/113. Entré ska vara placerad i västlig riktning, det vill säga bort från väg 17/113.

Detta möjliggör att personer som befinner sig i byggnaden kan utrymma bort från de aktuella riskobjekten om en olycka där det är nödvändigt uppstår.

Fasadåtgärder

Yttervägg mot väg 17/113 ska utföras med obrännbart fasadmateriäl och i brandteknisk klass EI30, vilket reducerar risken för påverkan från bränder på väg 17/113. Detta minskar påverkan av strålning samt minimerar sannolikheten att en brand sprids till och in i byggnaden.

Detta bedöms minimera konsekvenserna vid en olycka med brandfarlig gas och brandfarlig vätska. Olyckor med dessa typer av ämnen har stor påverkan på de totala risknivåerna i området då de tillsammans utgör drygt 90 % av samhällsrisknivån i området.

Beräkningar visar att vid en stor pölbrand uppnår strålningen till ca 33 kW/m² på ca 17 meter (se bilaga B, s. 30). Föreslagen vägg är dimensionerad för att motstå påverkan för denna typ av strålning i minst 30 minuter. På denna tid bör personer som befinner sig i byggnaden kunna utrymma från området och sätta sig i säkerhet.

Riskutredning

Utöver ovanstående åtgärder rekommenderas även följande:

Tät skärm, vall eller avbärräcke

En tät skärm, vall eller avbärräcke längs väg 17/113 östra sida bedöms kunna minska risknivåerna mot planområdet på ett effektivt sätt. Detta kan minska risken för att ett fordon kör in i byggnaden.

Denna åtgärd är inte nödvändig för att uppnå acceptabla risknivåer men bedöms vara en rimlig och kostnadseffektiv åtgärd för att minska risken för att fordon kör in i byggnaden.

Riskutredning

9 Slutsatser

Följande slutsatser har erhållits i utredningen:

- Individrisknivån är acceptabel på avstånd längre än 94 meter från väg 17/113 och på avstånd längre än 16 meter från Ringsjövägen.
- Inom ca 22 meter från vägen är individrisknivån i övre ALARP-området (10^{-6}) där kravet på riskreducerande åtgärder blir högre. Mellan 22-94 meter från väg 17/113 är individrisknivån inom det lägre ALARP-området där rimliga åtgärder i förhållande till dess kostnad ska vidtas.
- Inom ca 16 meter från Ringsjövägen är individrisknivåerna inom det lägre ALARP-området, vilket motiverar åtgärder om dessa kan genomföras på ett kostnadseffektivt sätt.
- Oacceptabla risknivåer uppnås aldrig inom området.
- Samhällsrisknivån är relativt låg (inom lägre ALARP-området) för upp till 15 omkomna för utvecklingsalternativet och 8 omkomna för nollalternativet, vilket tyder på att utvecklingsalternativet höjer risknivån något. Detta motiverar i sin tur vidtagande av säkerhetshöjande åtgärder.
- Transporter av brandfarlig gas på väg 17/118 bidrar mest till risknivån inom området. På korta avstånd har emellertid brandfarlig vätska störst riskbidrag, vilket transporteras på både väg 17/113 samt Ringsjövägen.

Följande planbestämmelser föreslås för att uppfylla en acceptabel risknivå (förutsatt att dessa genomförs bedöms individrisknivån understiga 10^{-6} (högre ALARP-området) vilket innebär att kriterierna enligt RIKTSAM uppfylls):

- Friskluftsintag riktas bort från farligt gods-led, alternativt förläggas på byggnadens tak.
- Central avstängningsmöjlighet för ventilation skall säkerställas för byggnaden.
- Byggnader utförs så att det är möjligt att utrymma bort från väg 17/113.
- Fasad mot väg 17/113 ska utföras obrännbart fasadmaterial och i brandteknisk klass EI30

Om rekommenderad markanvändning och förslag till planbestämmelser tas i beaktande i detaljplanen bedöms föreslagen exploatering vara lämplig och acceptabel ur ett personriskperspektiv.

Utöver ovanstående åtgärder rekommenderas även att en tät skärm eller avbärarräcke placeras längs väg 17/113 östra sida.

Denna åtgärd är inte nödvändig för att uppnå acceptabla risknivåer men bedöms vara en rimlig och kostnadseffektiv åtgärd för att minska risken för att fordon kör in i byggnaden.

Riskutredning

10 Referenser

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2010). *Toxicological profile for chlorine*. Atlanta, Georgia: U.S. Department of health and human services.
- EPA. (den 29 08 2016). *Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values*. Hämtat från EPA: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*. Försvarets forskningsanstalt (FOA).
- HHS1. (2004). *Toxicological Profile for Ammonia*. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Länsstyrelsen i Hallands län. (2011). *Risikanalytisk av farligt gods i Hallands län*.
- Länsstyrelsen i Skåne. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne.
- Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen*.
- MSB. (1996). *SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider*.
- MSB. (1999). *SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid*.
- MSB. (2014). Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen. <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/Brandreaktiva-varor/Databas-Organiska-peroxider/>.
- MSB. (2015). *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB. (2018). *MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019*.
- MSB. (2018). *Olyckor med farligt gods*. (MSB) Hämtat från <https://www.msb.se/sv/Kunskapsbank/Erfarenheter-fran-olyckor--kriser/Farliga-amnen/Olyckor-med-farligt-gods/>
- PLASTICS. (2017). *Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices*. Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS).
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad.
- Statens Räddningsverk. (2006). *Kartläggning av farligt gods transporter, September 2006*. Statens Räddningsverk (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap).
- Statistiska Centralbyrån. (2018). *Befolkningstäthet*. Hämtat från SCB: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens->

Riskutredning

ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-
boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/

Thomasson, M. (2017). *Riskreducerande åtgärder Effektivvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lund: Lunds Tekniska Högskola.

TNO Green Book. (1992). *Methods for the determination of possible damage. "Green Book"*. TNO.

TNO Purple Book. (2005b). *Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"*. Hämtat från <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>

TNO Riskcurves. (2018). *RISKCURVES 10.1.9.12276*. Hämtat från <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/>

Trafikanalys. (2010). *Lastbilstrafik 2009*. Statistik 2010:3.

Trafikanalys. (2011). *Lastbilstrafik 2010*. Statistik 2011:7.

Trafikanalys. (2012). *Godstransporter i Sverige, redovisning av ett regeringsuppdrags. Rapport 2012:7*.

Trafikanalys. (2012). *Lastbilstrafik 2011*. Statistik 2012:6.

Trafikanalys. (2013). *Lastbilstrafik 2012*. Publiceringsdatum 2013-05-21.

Trafikanalys. (2014). *Lastbilstrafik 2013*. Publiceringsdatum: 2014-05-20: Statistik 2014:12.

Trafikanalys. (2015). *Lastbilstrafik 2014*. Publiceringsdatum: 2015-06-30: Statistik 2015:21.

Trafikanalys. (2016). *Lastbilstrafik 2015*. Publiceringsdatum: 2015-05-18: Statistik 2016:27.

Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016*. Publiceringsdatum: 2017-05-16: Statistisk 2017:14.

Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016*. Statistisk 2017:14.

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

Trafikverket. (2018a). *Trafikuppräkningsstal väganalys*. Borlänge: Trafikverket.

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

Beräkningsbilaga

Handläggare
Olivia Wernberg
Telefon
010-505 47 39
Mobil
0722016928
E-post
Olivia.wernberg@afry.com

Datum
2021-11-09
Projekt ID
790680

Kund
Lidl Sverige

Beräkningsbilaga till Riskutredning för detaljplan, Lidl Eslöv

Uppdragsledare: Henrik Gerogsson
Handläggare: Olivia Wernberg
Intern kvalitetsgranskning: Oscar Linden

Beräkningsbilaga

Innehållsförteckning

1	Bilaga A – Frekvensberäkning.....	4
1.1	Väderdata.....	4
1.1.1	Vindhastighet	4
1.1.2	Stabilitetsklass.....	5
1.1.3	Vindriktning.....	7
1.2	Trafikolycka väg 17/118.....	7
1.3	Trafikolycka väg Ringsjövägen	9
1.4	Olycka explosiva ämnen.....	10
1.5	Olycka brandfarlig gas	11
1.5.1	Jetbrand	12
1.5.2	Gasmolnsbrand/explosion	12
1.5.3	BLEVE	12
1.6	Olycka giftig gas	13
1.7	Olycka brandfarlig vätska.....	15
1.7.1	Väg 17/118	15
1.7.2	Ringsjövägen.....	18
1.8	Olycka med oxiderande ämnen	19
1.9	Summering frekvensberäkningar.....	21
2	Bilaga B – Konsekvensberäkning.....	22
2.1	Generella skadekriterier	22
2.2	Olycka med explosiva ämnen.....	23
2.3	Olycka brandfarlig gas	26
2.4	Olycka giftig gas	27
2.5	Olycka brandfarlig vätska.....	29
2.6	Olycka med oxiderande ämne.....	30
	Referenser	31

Beräkningsbilaga

Dokumenthistorik

Version	Status	Datum
A	Slutrapport	2020-10-22
B	Reviderad rapport	2021-11-09

Beräkningsbilaga

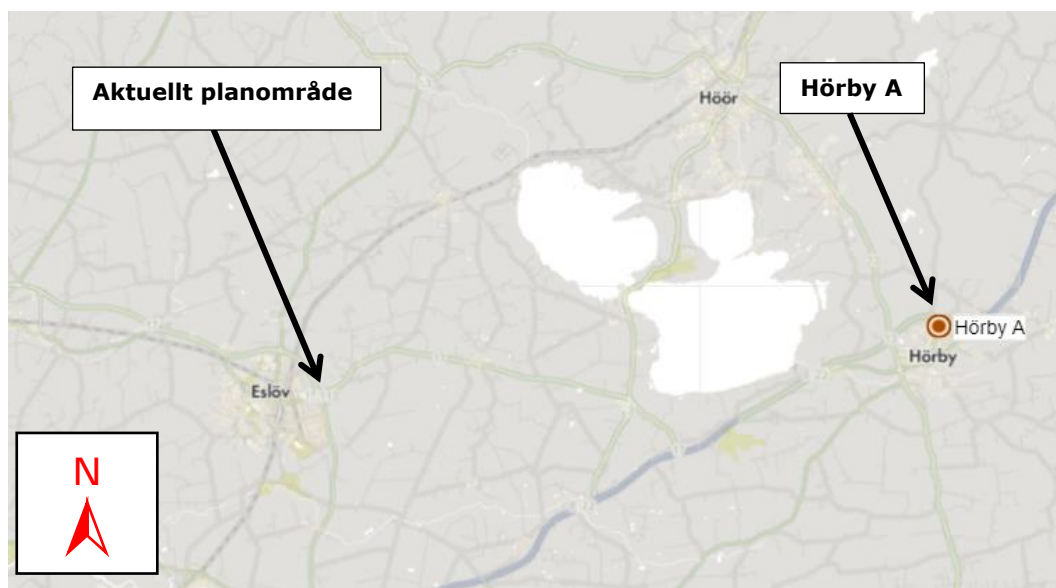
1 Bilaga A – Frekvensberäkning

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

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves (TNO Riskcurves, 2018). Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande studie baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves (TNO Purple Book, 2005b). Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

1.1 Väderdata

Närmsta väderstation i förhållande till studerade fastigheter är "Hörby A", se Figur 1-1. Data för vind och temperatur har tagits från mätstationen under åren 1995-2020.

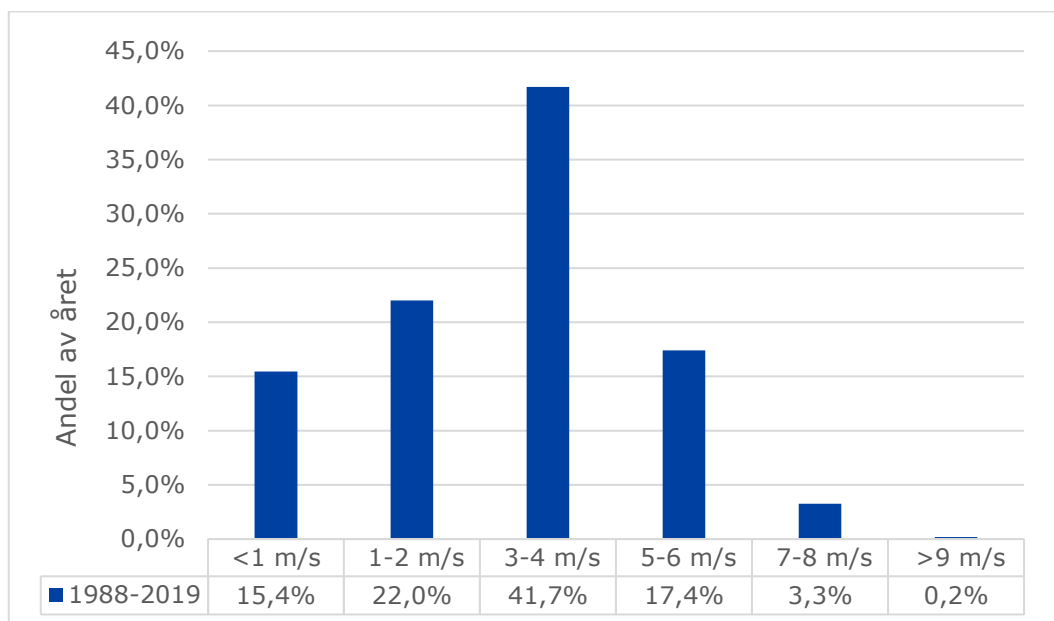


Figur 1-1. Placering av mätstation "Hörby A" i förhållande till utredningsområdet. (SMHI, 2018)

1.1.1 Vindhastighet

Vindens hastighet påverkar till stor del resultatet av spridningsberäkningen. Spridningen från en olycka blir värre i olyckans närhet om ett lägre värde på vindhastighet används. I Figur 1-2 visas fördelningen av vindstyrka mellan 1995-2020. Medelvärde under denna period var 2,7 m/s. Vindstilla förhållanden råder under ca 15 % av året, se Figur 1-2. I analysen har 2,0 m/s använts för svag vind och 5,0 m/s för normal och stark vind.

Beräkningsbilaga



Figur 1-2. Vindhastighet under 1995-2020 redovisad som andel av tid uppmätt på SMHI:s väderstation "Hörby A".

1.1.2 Stabilitetsklass

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

Beräkningsbilaga

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

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

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

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

De valda väderscenarierna bedöms som representativa och rimligt konservativa.

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

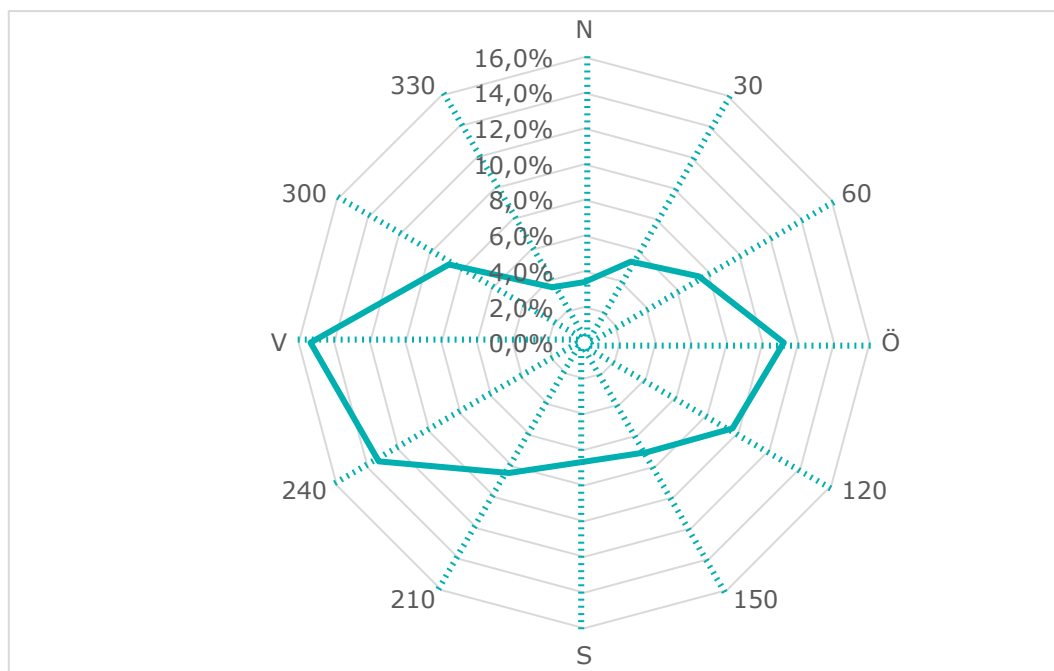
Tabell 1-2. Fördelning av väderförhållanden.

Väderförhållande	Dag	Natt
2F	5 %	15 %
2D	35 %	50 %
5D	60 %	35 %
Summa	100 %	100 %

Beräkningsbilaga

1.1.3 Vindriktning

Vindriktningen inverkar vid spridning av giftig och brandfarlig gas. Förhärskande vindriktningar är sydväst till sydsydväst vilket sker ca 37 % av tiden det blåser > 1 m/s, se Figur 1-3. Vindriktningen anges alltid i det väderstreck som det blåser från.



Figur 1-3. Vindfördelning för mätstation Hörby A, 1995-2020 (SMHI, 2018)

1.2 Trafikolycka väg 17/118

I detta avsnitt redovisas frekvensberäkning för vägsträckan förbi planområdet.

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

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

Enligt uppskattningar av Trafikverkets data på NVDB (Trafikverket, 2017) är den totala trafikmängden per årsmedeldygn (ÅDT) längs aktuell sträcka sammanlagt 9300 fordon men räknas upp till 14500 fordon år 2040 enligt Trafikverkets uppräkningsstal (Trafikverket, 2018a). Vägsträckan som kan påverka planområdet är cirka 1000 meter.

Beräkningsbilaga

Totalt trafikarbete på den studerade vägsträckan beräknas som:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 14500 \text{ (fordon/dygn)} \times 365 \text{ (dygn)} \times 1 \text{ (km)} = 5,3 \text{ miljoner fordonskilometer per år}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Olyckskvoten kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor för aktuell hastighetsgräns och vägtyp. Olyckskvoten uttrycks i enheten olyckor/miljon fordonskilometer. Vägsträckan utgörs på platsen av tvåfältsväg i landsbygd med hastighetsgräns 70 km/h. Olyckskvoten för dessa förhållanden är 0,8 olyckor per miljon fordonskilometer per år. Då planområdet angränsar till en cirkulationsplats jämfördes även detta värde men olyckskvoten för cirkulationsplatser. För aktuell cirkulationsplats anges att olyckskvoten är 0,65 (VTI, 1983). För att vara konservativ valdes det högsta värdet, 0,8.

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

$$\text{Förväntade fordonsolyckor (O)} = \text{Olyckskvot} \times \text{trafikarbete} = 0,8 \times 5,3 = 4,2 \text{ olyckor/år}$$

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =

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

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor på vägavsnittet

O = Antal förväntade fordonsolyckor

Andelen farligt gods på vägen beräknas som:

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

ÅDT farligt gods på vägen beräknas till 87 genom 5 % av ÅDT tung trafik (1740 efter uppräknings till år 2040), ÅDT total enligt ovan.

Andelen farligt gods beräknas till $X = 6,0 \cdot 10^{-3}$.

Uppskattad andel singelolyckor (Y) kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor som beror av hastighetsgräns och vägtyp som för aktuellt vägavsnitt utgörs av tvåfältsväg med hastighetsgräns 70 km/h är denna 0,3.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor / år =

$$= O \cdot ((Y \cdot X) + (1 - Y) \cdot (2 \cdot X - X^2)) = 4,31 \cdot 10^{-2} \text{ per år.}$$

Frekvensen för en trafikolycka med ett fordon skyltat med farligt gods är $4,31 \cdot 10^{-2}$ per år, vilket motsvarar en olycka med farligt gods ungefär vart 23:e år inom det studerade området.

Beräkningsbilaga

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

1.3 Trafikolycka väg Ringsjövägen

I detta avsnitt redovisas frekvensberäkning för vägsträckan på Ringsjövägen förbi planområdet.

Samma metodik som redovisats i 1.2 används.

Enligt uppskattningar av Trafikverkets data på NVDB (Trafikverket, 2017) är den totala trafikmängden per årsmedeldygn (ÅDT) längs aktuell sträcka sammanlagt 600 fordon men räknas upp till 938 fordon år 2040 enligt Trafikverkets uppräkningsstal (Trafikverket, 2018a). Vägsträckan som kan påverka planområdet är cirka 1000 meter.

Totalt trafikarbete på den studerade vägsträckan beräknas som:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 938 \text{ (fordon/dygn)} \times 365 \text{ (dygn)} \times 1 \text{ (km)} = 0,34 \text{ miljoner fordonskilometer per år}$$

Vid bedömning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Olyckskvoten kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor för aktuell hastighetsgräns och vägtyp. Olyckskvoten uttrycks i enheten olyckor/miljon fordonskilometer. Vägsträckan utgörs på platsen av väg i tätort med hastighetsgräns 50 km/h. Olyckskvoten för dessa förhållanden är 1,2 olyckor per miljon fordonskilometer per år.

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

$$\text{Förväntade fordonsolyckor (O)} = \text{Olyckskvot} \times \text{trafikarbete} = 1,2 \times 0,34 = 0,41 \text{ olyckor/år}$$

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor =

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

där X = Andelen transporter skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor på vägsnittet

O = Antal förväntade fordonsolyckor

Andelen farligt gods på vägen beräknas som:

$$\text{Andelen farligt gods} = \text{antalet transporter med farligt gods} / \text{ÅDT total}$$

Antalet transporter med farligt gods på vägen beräknas till 520 per år enligt uppgifter från drivmedelsstationerna, med totalt 7 transporter per vecka.

Andelen farligt gods beräknas till $X = 1,52 \cdot 10^{-3}$.

Beräkningsbilaga

Uppskattad andel singelolyckor (Y) kommer från beräkningsmatris för farligt godsolyckor som beror av hastighetsgräns och vägtyp som för aktuellt vägavsnitt utgörs av väg i tätort med hastighetsgräns 50 km/h är denna 0,15.

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor / år =

$$= O * ((Y * X) + (1 - Y) * (2 * X - X^2)) = 1,15 \cdot 10^{-3} \text{ per år.}$$

Frekvensen för en trafikolycka med ett fordon skyltat med farligt gods är $1,15 \cdot 10^{-3}$ per år, vilket motsvarar en olycka med farligt gods ungefär vart 860:e år inom det studerade området.

Frekvens för farligt gods-olycka beräknas sedan, händelsesträd för olycka längs Ringsjövägen presenteras i 1.7.1.

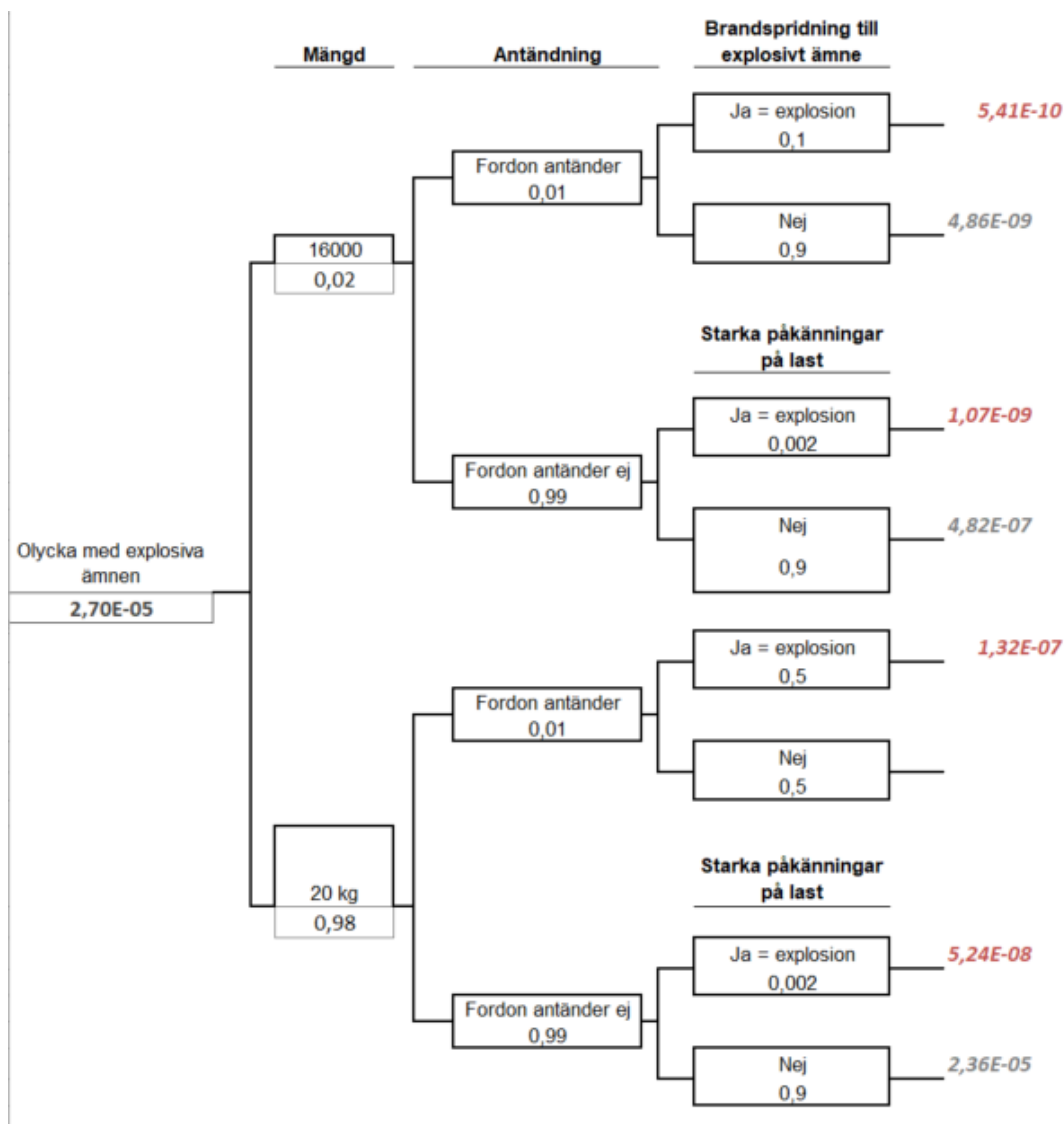
1.4 Olycka explosiva ämnen

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

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

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

Beräkningsbilaga



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

1.5 Olycka brandfarlig gas

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

Beräkningsbilaga

1.5.1 Jetbrand

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

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

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

1.5.2 Gasmolnsbrand/explosion

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

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

Sannolikheten för sen antändning sätts till:

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

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

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

1.5.3 BLEVE

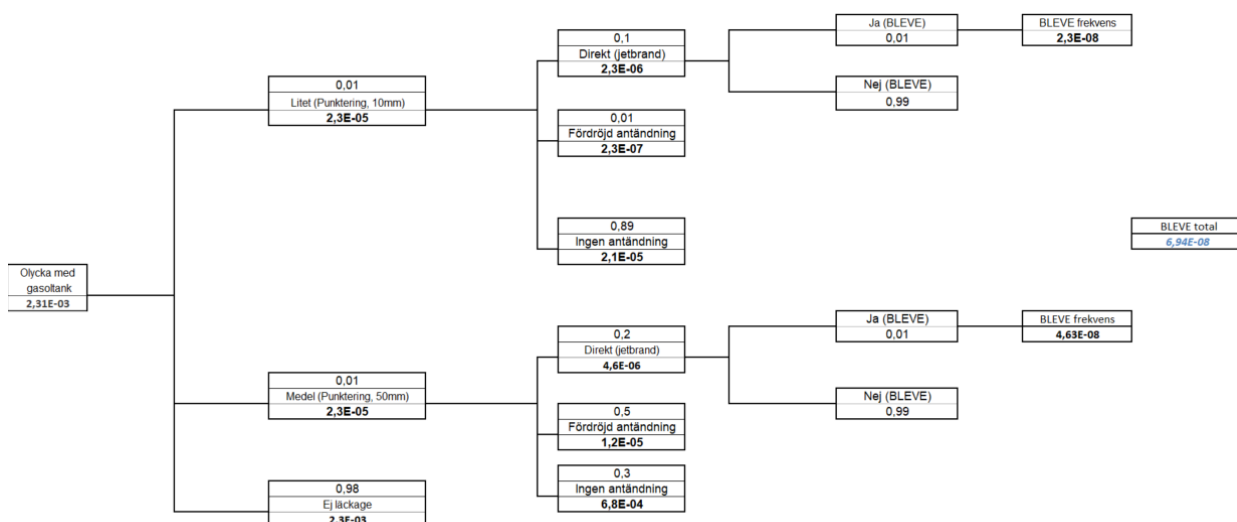
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska. I Tabell 1-3 visas frekvenser som används som indataparametrar i beräkningsprogrammet (TNO Riskcurves, 2018). Av beräkningsprogrammets natur behöver BLEVE simuleras med en egen frekvens.

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

Scenario	Frekvens [år^{-1}]
Litet läckage	2,3E-05

Beräkningsbilaga

Stort läckage	2,3E-05
BLEVE	6,9E-08



Figur 1-5: Händelseträd med frekvenser vid olycksscenario med brandfarlig gas.

1.6 Olycka giftig gas

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

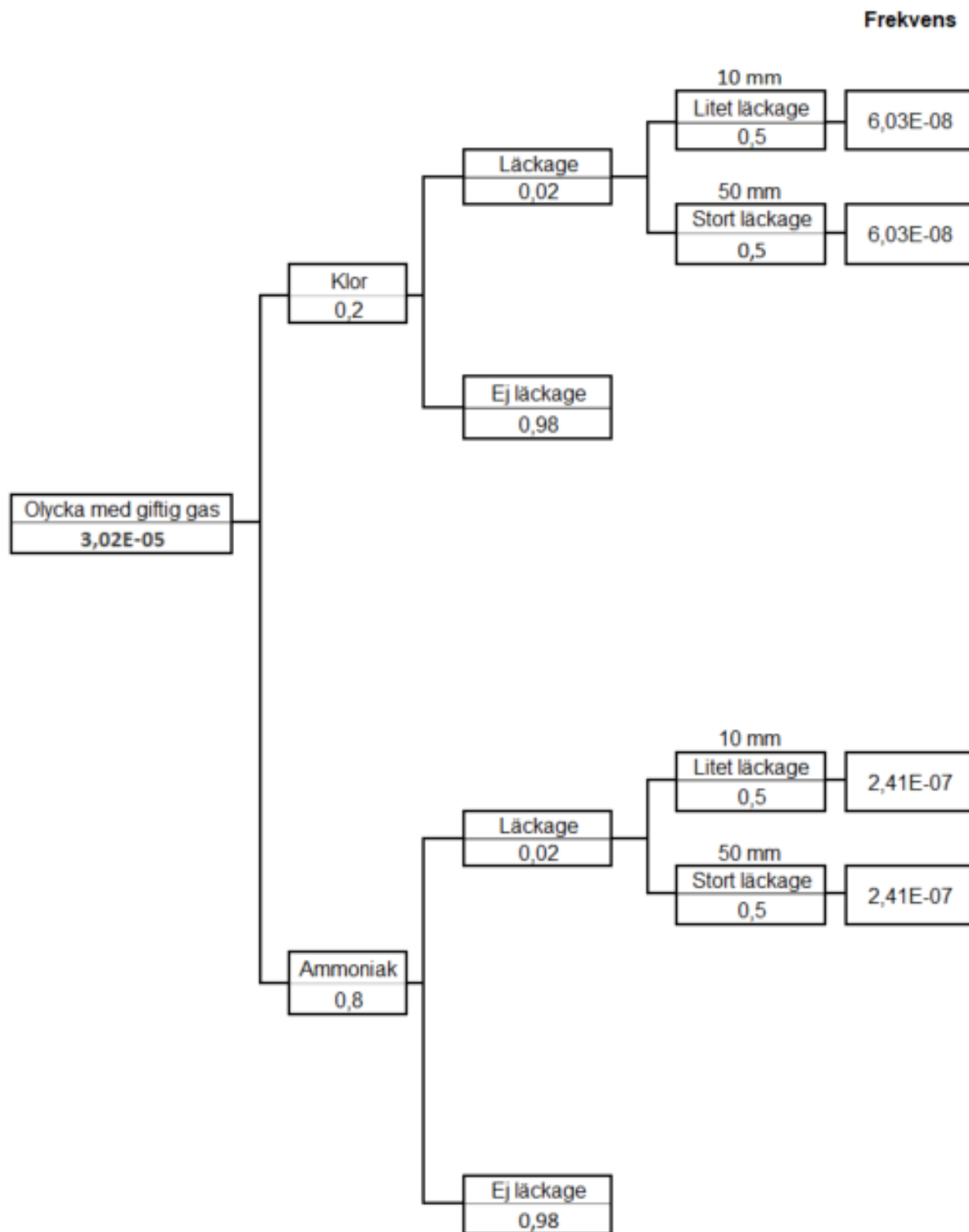
Vid en olycka med giftig gas ansätts samma sannolikheter (0,01) som en olycka med brandfarlig gas avseende hålstorlek och initial spridning då dessa transporteras under liknande förhållanden. Gaserna antas vara ammoniak (80 %) och klor (20 %). Givet ett läckage kan sannolikheten för stort hål (50 mm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

$S_{\text{ liten punktering}} = 0,01$

$S_{\text{ stort hål}} = 0,01$

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

Beräkningsbilaga



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

Beräkningsbilaga

1.7 Olycka brandfarlig vätska

1.7.1 Väg 17/118

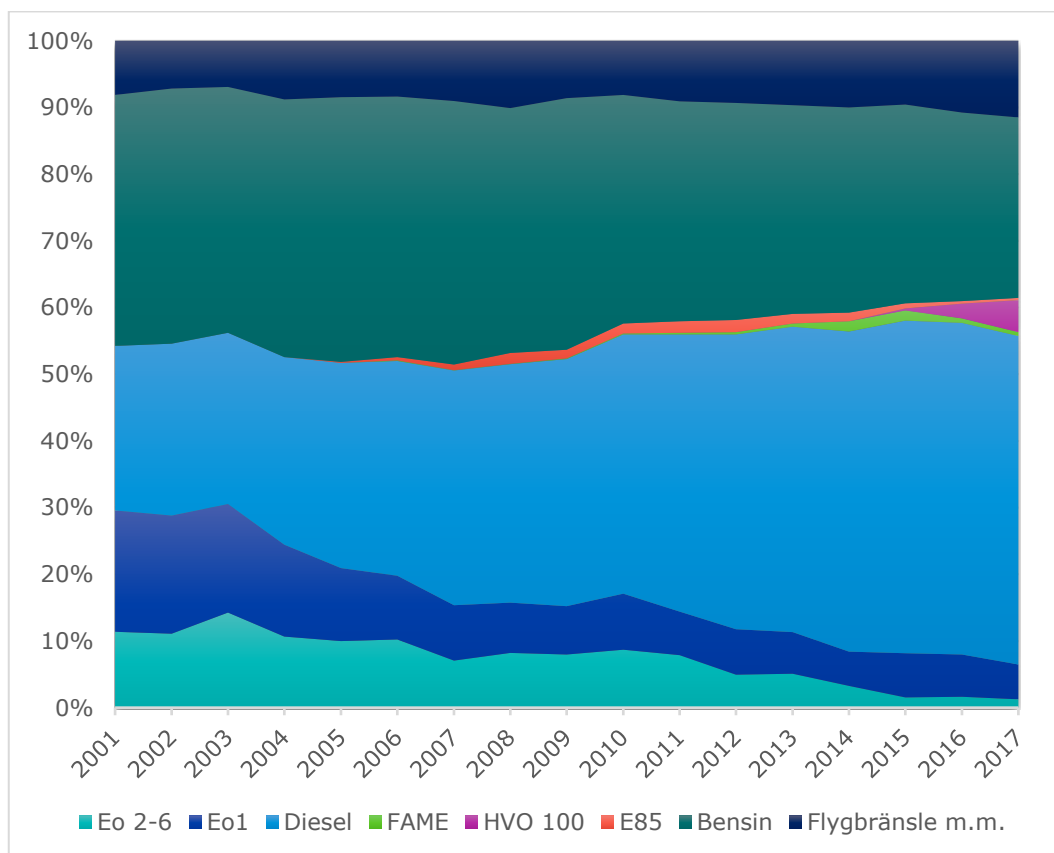
Klass 3 består av en rad olika brandfarliga vätskor; dels petroleumbaserade drivmedel såsom diesel, bensin, olika typer av eldningsolja och även förnyelsebara drivmedel, samt dels andra typer av brandfarliga vätskor som exempelvis lösningsmedel, tändvätskor, parfymer, alkoholhaltiga drycker (70 procent)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

Den exakta fördelningen mellan petroleumbaserade drivmedel och andra brandfarliga vätskor är okänd. Det antas därför att hela klassen utgörs av drivmedel i brist på underlag om detta. Ett antagande om vilka eller vilket ämnen som kommer att beräknas avseende klass 3 i denna riskutredning, baseras därefter på statistik avseende utlevererade volymer av petroleumprodukter och förnybara drivmedel i Sverige. Statistiken kommer från Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, som bearbetat statistik från SCB och Energimyndigheten. Denna statistik antas gälla både för transporter på lastbil och järnväg. Fördelningen inom klass 3 visas i Tabell 1-4 och Figur 1-7.

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

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

Beräkningsbilaga



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

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

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

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

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

Bensin (representeras av pentan): 0,40

Beräkningsbilaga

Tankar för bensin etc. utförs för att klara transport av vätska under atmosfärstryck och sannolikheten att tanken skadas vid en olycka så att läckage sker är hastighetsberoende. Med konservatism ansätts denna parameter till 0,10.

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

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

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

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

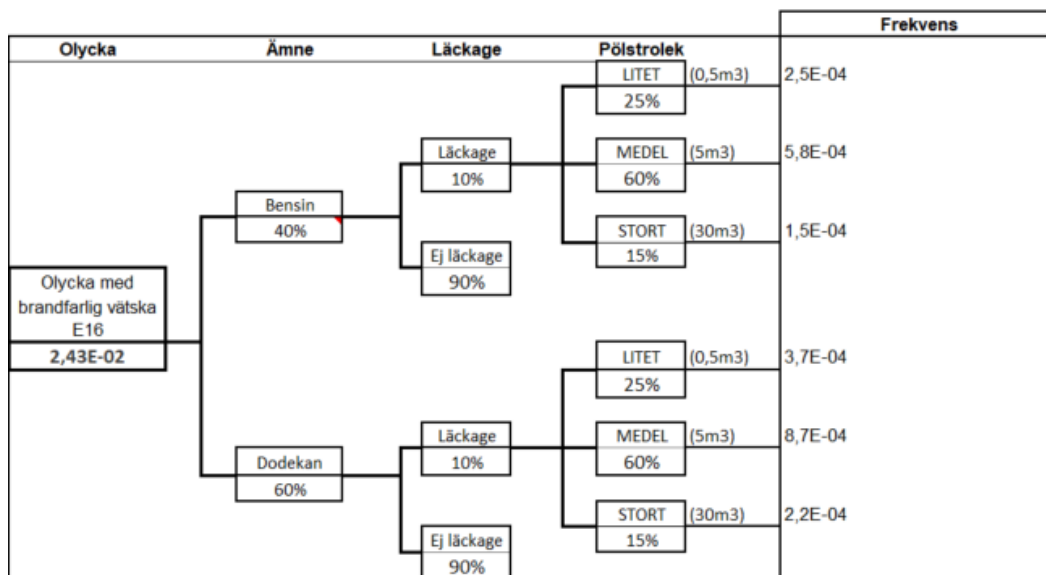
Sannolikheten för antändning av en pöl med brandfarlig vätska beror på om en antändningskälla finns i närheten av utsläppet, dels av utsläppets omfattning men även typen av utsläppt vätska. Bensin, pentan och etanol antänds t.ex. lättare än diesel, dodekan och eldningsolja. Sannolikheter för antändning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

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

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

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

Beräkningsbilaga



Figur 1-8: Händelseträd för olycka med brandfarlig vätska, väg 17/118.

1.7.2 Ringsjövägen

Det antas att det endast transporteras drivmedel i form av E85, diesel eller bensin på Ringsjövägen till de båda drivmedelstationerna. I beräkningarna antas bränslet bestå av bensin eller resterande ämnen, som diesel och E85. Följande fördelning används:

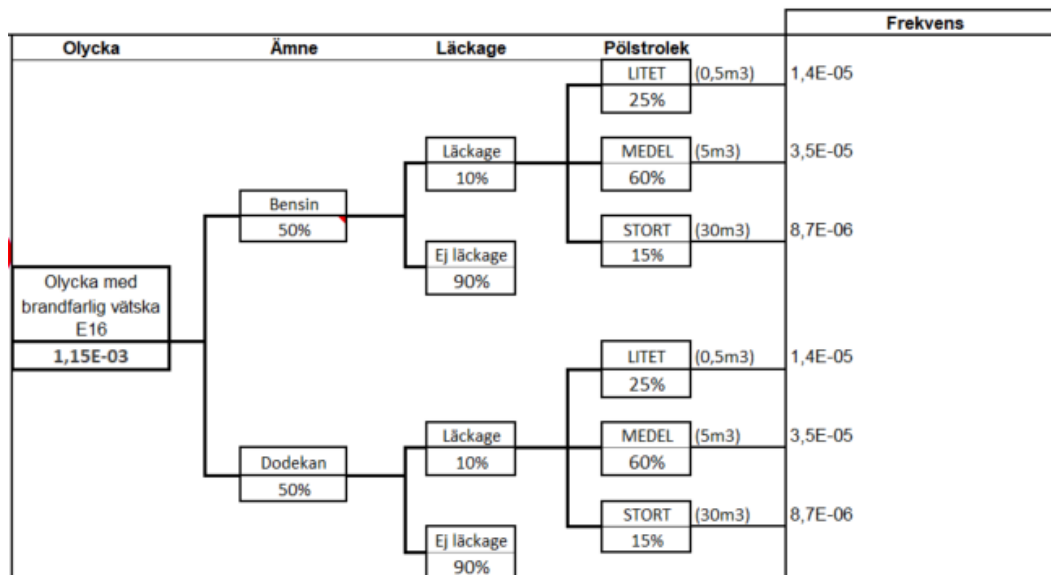
Resterande (representeras av n-dodekan): 0,50

Bensin (representeras av pentan): 0,50

I övrigt antas skadehändelserna vara desamma som olycka med brandfarlig vätska på väg 17/118.

Med ovanstående bedömningar kan händelseträdets konstrueras enligt Figur 1-9.

Beräkningsbilaga



Figur 1-9 Händelseträd för olycka med brandfarlig vätska, Ringsjövägen.

1.8 Olycka med oxiderande ämnen

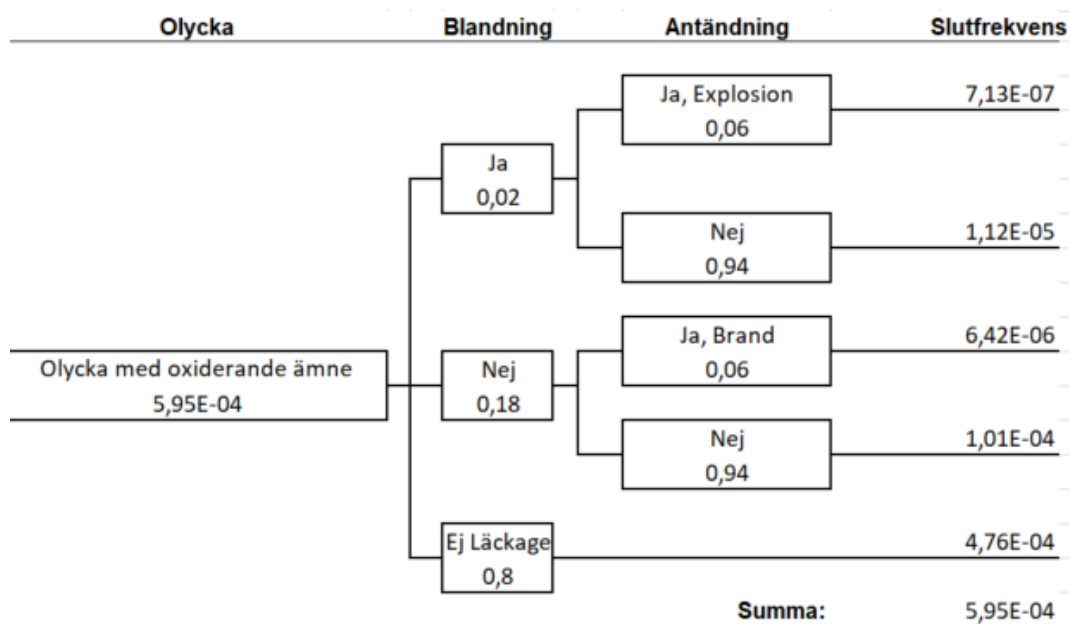
Principiellt kan läckage av oxiderande ämnen (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2) medföra brand eller explosion. Explosion är främst möjligt vid de fall det oxiderande materialet transporteras i höga koncentrationer och sammanblandas med organiskt material vid olyckan, exempelvis fordonets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

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

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

Brandscenarier med oxiderande ämnen antas konservativt ge liknande konsekvenser som för klass 3 brandfarlig vätska, varför dessa slutfrekvenser har adderats till slutfrekvenserna för medelstor pölbrand i klass 3. Explosionsscenarier med oxiderande ämnen antas ge liknande konsekvenser som för klass 1 explosivämnen, varför dessa slutfrekvenser har adderats till slutfrekvenserna för mindre explosion i klass 1.

Beräkningsbilaga



Figur 1-10: Händelseträd för olycka med oxiderande ämnen.

Beräkningsbilaga

1.9 Summering frekvensberäkningar

Tabell 1-7 Summering av frekvensberäkningar, olycka väg 17/118.

Skadehändelse	Frekvens
Liten explosion (klass 1)	8,98E-07
Stor explosion (klass 1)	1,61E-09
Litet utsläpp av brandfarlig gas (klass 2.1)	6,94E-08
Stort utsläpp av brandfarlig gas (klass 2.1)	2,31E-05
BLEVE (klass 2.1)	2,31E-05
Litet utsläpp av giftig gas, ammoniak (klass 2.3)	6,03E-08
Stort utsläpp av giftig gas, ammoniak (klass 2.3)	6,03E-08
Litet utsläpp av giftig gas, klor (klass 2.3)	2,41E-07
Stort utsläpp av giftig gas, klor (klass 2.3)	2,41E-07
Litet utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	2,49E-04
Mellanstort utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	5,82E-04
Stort utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	1,46E-04
Litet utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	3,70E-04
Mellanstort utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	8,74E-04
Stort utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	2,18E-04

Tabell 1-8 Summering av frekvensberäkningar, olycka Ringsjövägen.

Skadehändelse	Frekvens
Litet utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	1,44E-05
Mellanstort utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	3,46E-05
Stort utsläpp och pölbrand av diesel (klass 3)	8,65E-06
Litet utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	1,44E-05
Mellanstort utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	3,46E-05
Stort utsläpp och pölbrand av bensin (klass 3)	8,65E-06

Beräkningsbilaga

2 Bilaga B – Konsekvensberäkning

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

2.1 Generella skadekriterier

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

Tabell 2-1. Skadekriterier som används i beräkningarna.

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

Beräkningsbilaga

2.2 Olycka med explosiva ämnen

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

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

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

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

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

Människor kan också omkomma om de vistas inomhus i en byggnad som kollapsar på grund av övertryck och draglasters påverkan på bärverket. Typiska värden för byggnadsverks tålighet visas i Tabell 2-3. Moderna fönster antas gå sönder vid 10 kPa. För byggnadsstommar antas 20 kPa.

Tabell 2-3. Gränsvärden för skador på byggnadsstomme för olika konstruktioner.

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

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

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

Beräkningsbilaga

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

Där

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

m_{TNT} = massa TNT [kg]

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

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

Y = effektivitetsfaktor [-]

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

$Y = 0.2$

$\Delta H_c(CH_4) = 5,6E+07$ [J/kg]

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

Med ovanstående formel kan massan TNT omvandlas till ekvivalent massa metangas enligt Tabell 2-4.

Tabell 2-4. TNT-ekvivalenter av metan.

Massa TNT [Kg]	Massa CH ₄ [Kg]
20	7,5
16 000	5970

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

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

Där

$\bar{R}$ = Dimensionslöst avstånd [-]

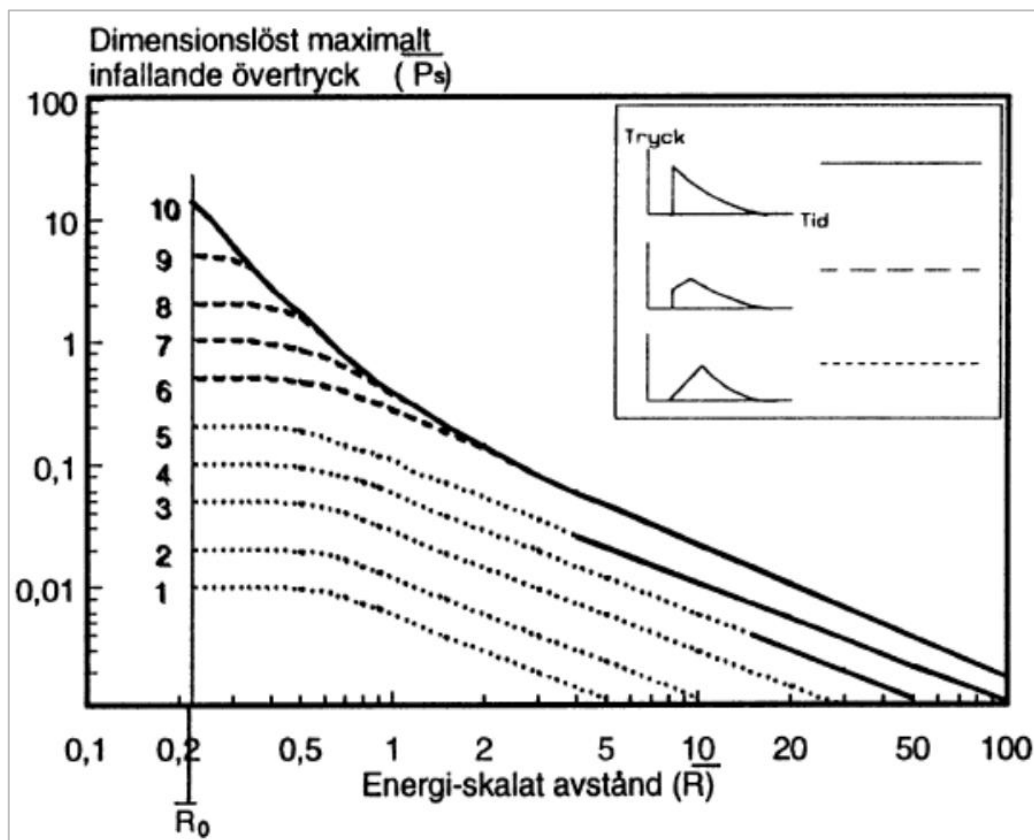
R = Verkligt avstånd från explosionens centrum [m]

E = Energimängd i gasmolnet [J]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Därefter kan det dimensionslösa trycket bestämmas med hjälp av Figur 2-1 nedan (FOA, 1998).

Beräkningsbilaga



Figur 2-1. Maximalt dimensionslöst tryck. För beräkningarna har den högsta detonationsklassen (10) antagits för liten mängd TNT och detonationsklass 9 för den stora mängden TNT, då de olika underklasserna i klass bäst stämmer överens med dessa utseenden i tryck-tidsambandet.

Med hjälp av det dimensionslösa trycket utläst ur Figur 2-1 kan explosionsövertrycket bestämmas genom

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

Där

$\bar{P}$ = Dimensionslöst tryck [-]

P_s = Explosionstryck [Pa]

P_0 = Atmosfärstryck [Pa]

Trycket beräknas för respektive avstånd vilket ger avstånd till kritiskt tryck enligt Tabell 2-5.

Beräkningsbilaga

Tabell 2-5. Potentiellt avstånd till 180 kPa med masseexplosivt ämne.

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

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

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

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

2.3 Olycka brandfarlig gas

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

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

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

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

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

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

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

- Lagringstemperatur: 9°C
- Lagringstryck: 6,2 bar (absolut tryck)
- Utströmningskoefficient (Cd): 0,62 (skarpa kanter)
- Tankdiameter (horisontell cylinder): 3,8 m
- Tanklängd (horisontell cylinder): 7 m

Beräkningsbilaga

- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Bristningstryck: 25 bar (inneboende tryck då tanken brister vid en BLEVE)
- Lufttryck: 1 atm
- Omgivningstemperatur: 9°C
- Relativ fuktighet: 83 %
- Molnighet: 75 % (halvklart till molnigt)
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus
- Väderparametrar enligt tidigare avsnitt
- Fraktion gasmoln som deltar i explosion 0,4

Tabell 2-6: Avstånd för relevanta skadehändelser med brandfarlig gas beroende på väderförhållanden. Beräkningarna är gjorda med programvaran (TNO Riskcurves, 2018). Konsekvenserna vid en BLEVE är i praktiken oberoende av väderförhållandena, varför de presenteras i en separat tabell.

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

Tabell 2-7. Konsekvensavstånd för BLEVE.

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

2.4 Olycka giftig gas

Spridningsberäkningar för giftiga gasmoln har gjorts i programvaran (TNO Riskcurves, 2018). Spridningssimuleringar har gjorts för giftiga gaser (representerat av ammoniak) och mycket giftiga gaser (representerat av klor). Väderförhållandena som råder vid tiden för utsläppet påverkar konsekvenserna i stor utsträckning. Dessa data presenterades i tidigare

Beräkningsbilaga

avsnitt. Samma hålstorlekar har använts som för brandfarliga gaser, det vill säga 10 och 50 mm.

För att beräkna konsekvensområdets utbredning används Acute Exposure Guideline Level (AEGL). AEGL-1-3 avser en exponeringsnivå av luftburna partiklar där en individ (inklusive känsliga individer) kan uppleva besvär, kan få irreversibla hälsoeffekter och drabbas av livshotande skador/död. AEGL-3 utgör den nivå där känsliga individer kan omkomma och används också i beräkningarna. AEGL-3 för ammoniak avseende 30 minuters exponering är 1600 ppm (EPA, 2016). AEGL-3 för klor avseende 30 minuters exponering är 28 ppm. Varaktigheten är avgörande för dosen, d.v.s. kort utsläppstid medför hög koncentration men kort påverkanstid.

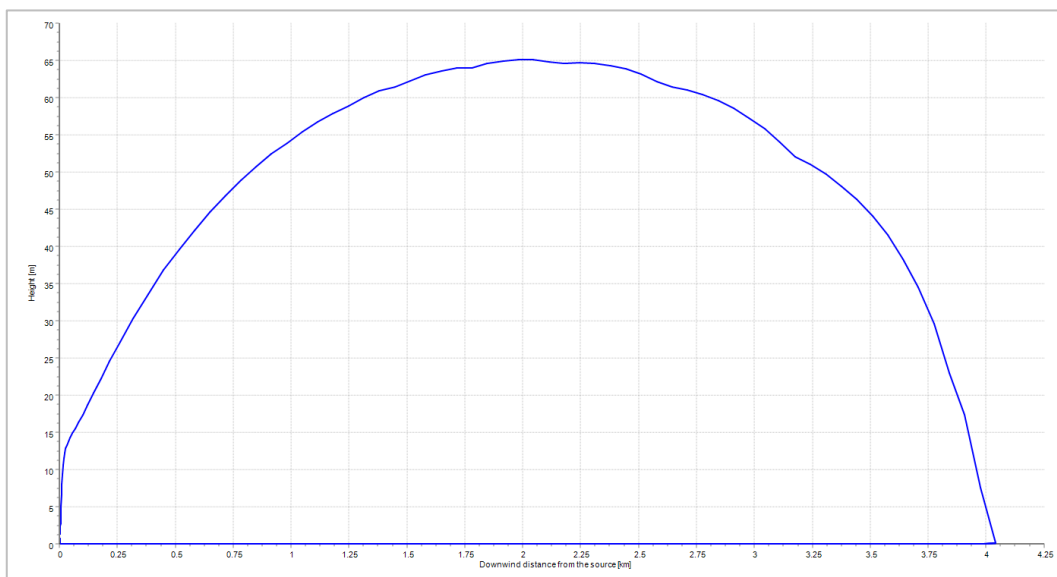
Påverkan inomhus bedöms reduceras med en faktor tio, enligt vad som anges i Purple Book (TNO Purple Book, 2005b). Om friskluftsintag placeras vid fasad bort från vägen uppskattas påverkan inomhus reduceras ytterligare med en faktor tio. De indata som används i programmet (TNO Riskcurves, 2018) för att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

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

Tabell 2-8. Avstånd till AEGL-3 (30 min exponering)-värdet för respektive utsläppsscenario och väderförhållande.

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

Beräkningsbilaga



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

2.5 Olycka brandfarlig vätska

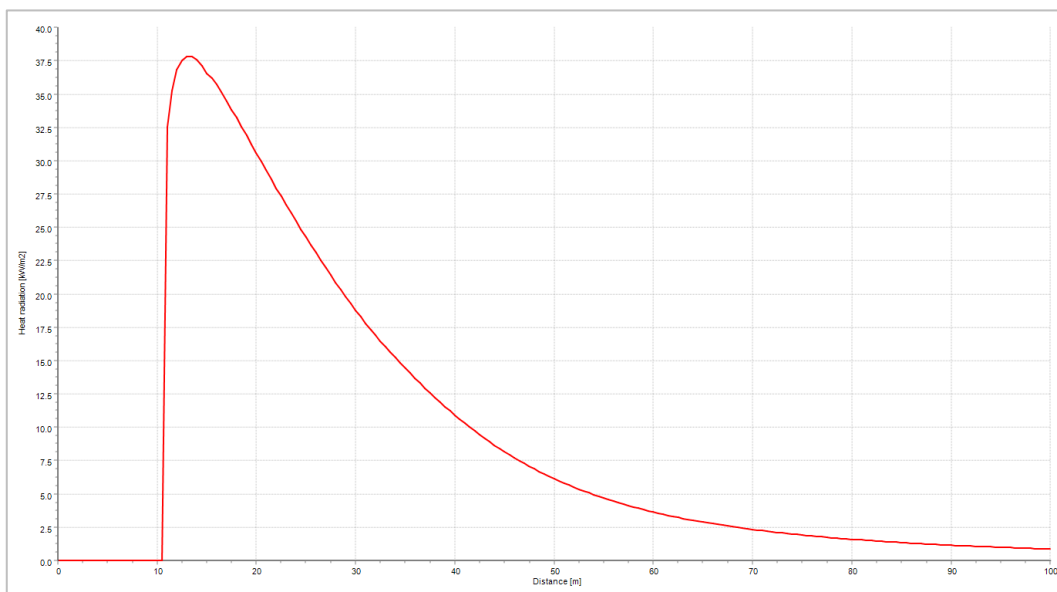
I konsekvensberäkningen används bensin, som representeras av pentan, och dodekan ($C_{12}H_{26}$) för att modellera resterande brandfarliga vätskor (dvs diesel, flygbränslen). En cirkulär pöl används i konsekvensberäkningarna, vilket är ett konservativt antagande då detta ger högre värmestrålning i jämförelse med en avlång pöl som kanske skulle efter spegla verkligheten på ett rimligare sätt. I Tabell 2-9 redovisas de utsläppsstorlekar med korresponderande pölstorlekar som använts vid beräkningarna tillsammans med de beräknade flamlängderna och avstånd till strålningsnivåer.

Tabell 2-9. Utsläppsstorlekar med korresponderande pölstorlekar samt beräknade flamlängder beroende på väderförhållanden och avstånd till olika strålningsnivåer.

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

I Figur 2-3 redovisas konsekvensberäkning för pölbrand på 30 m³ med pentan (bensin) för väderscenario D5.

Beräkningsbilaga



Figur 2-3. Konsekvensberäkning för värmestrålning som konsekvens av avståndet från utsläppskällan. Avser stor pölbrand (30 m^3) med pentan (bensin) och vädersscenario D5.

2.6 Olycka med oxiderande ämne

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

Beräkningsbilaga

Referenser

- EPA. (2016, 08 29). *Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGs) Values*. Retrieved from EPA: <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker*.
- FOI. (2013). *Osäkerheter i observationer och beräkningar*. FOI-R--3764--SE: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*,. Borlänge: Banverket.
- HMSO. (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety.
- MSB. (1996). *SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider*.
- MSB. (1999). *SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid*.
- Purdy, G. (1993). *Risk analys of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.
- SMHI. (2018, 09 04). *Öppna data*. Retrieved from <http://www.smhi.se/klimatdata/Oppna-data>: <http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#>
- SPBI. (2018). *Utlevererad volym av oljeprodukter och förnybara drivmedel*. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, <https://spbi.se/statistik/volymer/>.
- TNO Green Book. (1992). *Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from releases of hazardous materials Green Book*. Retrieved from <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>
- TNO Purple Book. (2005b). *Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"*. Retrieved from <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>
- TNO Riskcurves. (2018). *RISKCURVES 10.1.9.12276*. Retrieved from <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/>
- TNO Yellow Book. (2005a). *Methods for the calculation of physical effects "Yellow Book"*. The Hague.
- Trafikverket. (2017, 05 09). *Nationellvägdatabas*. Retrieved from [Trafikverket.se: https://nvdb2012.trafikverket.se/](https://nvdb2012.trafikverket.se/)

Beräkningsbilaga

Trafikverket. (2018a). *Trafikuppräkningsstal väganalys*. Borlänge: Trafikverket.

VTI. (1983). *Cirkulationsplatser*. VTI.

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