

Sammanfattning

Vid detaljplanering för Tingshuset 13 föreslås bland annat hotellverksamhet, kontor och parkeringshus i nära anslutning till väg E6. Väg E6 är en rekommenderad primärled för farligt gods och en viktigt transportled för transporter till och från Göteborgs olje- och energihamn. E6 är den för planområdet dominerande riskkällan med avseende på farligt gods.

E6 passerar 25 - 30 meter öst om plangränsen. I enlighet med riktlinjer i Mölndals översiktsplan (2006) ska riskbedömning göras vid bebyggelse inom 100 meter från transportleder med farligt gods. Sweco har därför fått i uppdrag av GoCo Gothenburg att genomföra en riskutredning med kvantifiering av risker med transporter av farligt gods på väg E6.

Riskberäkningarna visar att individrisken är oacceptabel i direkt anslutning till E6 men att risken minskar med avståndet. Hotell, kontor och bostäder planeras på ett avstånd av ca 65 meter från E6 då individrisken har sjunkit och ligger inom ALARP-området. Samhällsrisken är också inom ALARP-området, där risknivån är så hög att det är motiverat att vidta rimliga skyddsåtgärder.

Mellan planområdet och E6 går en mindre vall och dike som delvis skyddar planområdets bebyggelse i händelse av en olycka med farligt gods. Om planerat parkeringshus i planområdets östra del utförs så att det skyddar övrigt planområde mot farligt godsolyckor bedöms kombinationen av dessa utgöra tillräckligt skydd för att risken med farligt gods på E6 ska betraktas som acceptabel.

Ytterligare skyddsåtgärder som bedöms motiverade för byggnader inom 100 meter från E6, särskilt känslig verksamhet såsom hotell och vård inkluderar:

- Friskluftsintag som placeras på fasad som vetter bort från E6 alternativt på taket.
- Fasad ovanför parkeringshusets skydd utförs i ett obrännbart material.
- Utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från E6.
- Uteplatser och lektyor placeras i skydd av byggnader, bort från E6.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1 PROJEKTBSKRIVNING	3
2 Inledning	4
2.1 Syfte	4
2.2 Omfattning och avgränsningar	4
2.3 Riskdefinition	6
3 Förutsättningar	7
3.1 Planområdet	7
3.2 Farligt gods	8
3.2.1 Farligt gods på E6	8
3.2.2 Övriga riskkällor med farligt gods	10
3.3 Riktlinjer	11
3.4 Värdering av risk	13
4 Riskidentifiering	16
4.1 Skyddsobjekt och befolkningstäthet	16
5 Riskberäkningar för väg E6	18
5.1 Sannolikhetsberäkningar och konsekvensavstånd	18
5.2 Risknivåer och riskvärdering	19
5.2.1 Individrisk	19
5.2.2 Samhällsrisk	21
5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys	22
5.3.1 Förenklingar och antaganden	23
5.3.2 Känslighetsanalys	24
6 Riskbedömning	26
6.1 Riskobjekt	26
6.2 Bedömning avseende farligt gods på E6	26

1(30)

RAPPORT

2018-05-24

7	Åtgärdsförslag	28
8	Slutsats	29
9	Referenser	30

1 PROJEKTBEKRIVNING

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra en utveckling inom fastigheten Tingshuset 13 från industriverksamhet till ett kluster för internationell forskning inom Life Science. Projektet är starkt knutet till AstraZeneca och övriga hälso- och läkemedelsföretag inom området.

Detaljplanen möjliggör en exploatering av 100.000 kvm fördelat på kontor, centrumändamål, hotell och bostäder. Planen medger en hög täthet och utformningen med mötesplatser och gemensamma rum har som syfte att skapa innovativa miljöer för arbete, forskning och utveckling. Bostäderna inom området är i första hand tänkta som arbetarbostäder och studentlägenheter. Tillgängligheten förbättras genom ett nytt hållplatsläge, utbyggnad av gång- och cykelstråk, ökad turtäthet och förstärkning av kollektivtrafiken.

Den aktuella tomten är idag till största delen obebyggd. Intilliggande fastigheter utgörs av industri/verksamheter/handel. Utvecklingen skapar förutsättningar att förädla Åbroområdet med en blandning av fler funktioner. Detta ligger i linje med kommunens ambition om att öka användningen av befintlig industrimark i centralt belägna områden, med god kollektivtrafik. Det bidrar även till målsättningen att stärka Mölndals nischföretag och ge möjlighet till etableringar i klusterform. Utvecklingen ger växtkraft åt den östra sidan av E6 och järnvägen. På sikt kan ett väl utvecklat område i Åbro bidra till ett väl sammankopplat Mölndal med möjlighet att överbygga barriärer.

Området ligger med närhet till Mölndals centrum och har goda kommunikationsmöjligheter. Strax österut ligger E6 med Torekullamotet i söder och Åbromotet i norr. Närheten till E6 gör att området är tillgängligt samtidigt som det har ett bra skyltningsläge. Utvecklingen kommer att stärka kopplingen mellan Mölndal och Källered och ge förutsättningar till att förstärka stråket och öka tillgängligheten mellan de två centropunkterna. Genom satsningen kan kollektivtrafiken stärkas vilket gynnar utvecklingen mot ett mer hållbart resande.

2 Inledning

I samband med detaljplanering för Tingshuset 13 föreslås bland annat hotellverksamhet, kontor och parkeringshus i nära anslutning till väg E6. Väg E6 är en rekommenderad primärled för farligt gods och en viktigt transportled för transporter från Göteborgs olje och energihamn.

Väg E6 passerar 25 - 30 meter öster om plangränsen. I enlighet med riktlinjer i Mölndals översiktsplan (2006) ska riskbedömning göras vid bebyggelse inom 100 meter från transportleder med farligt gods. Sweco har därför fått i uppdrag av GoCo Gothenburg att genomföra en riskutredning med kvantifiering av risker med transporter av farligt gods på väg E6.

2.1 Syfte

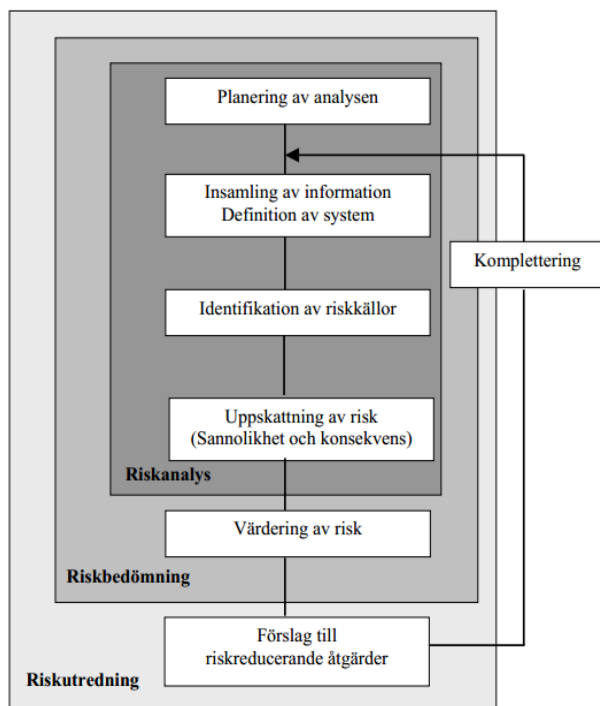
Syftet med denna rapport är att kvantitativt bedöma risker för människor som vistas inom fastigheten med avseende på farligt godstransporter på väg E6. Förslag på riskreducerande åtgärder föreslås om det anses vara motiverat för att uppnå en acceptabel risknivå.

2.2 Omfattning och avgränsningar

Denna riskutredning omfattar transport av farligt gods i utredningsområdets närhet som kan utgöra fara för människoliv. Riskutredningen har genomförts i följande steg:

- Områdes- och nulägesbeskrivning
- Riskinventering
- Riskberäkningar
- Riskvärdering
- Beskrivning av osäkerheter
- Förslag på riskreducerande åtgärder

Principen för arbetsgång och riskhanteringsprocessen presenteras i Figur 1.



Figur 1. Principalskiss för innehållet i en riskutredning (Sprängämnesinspektionen, 2000).

I bedömningen beräknas risknivån med måtten individrisk och samhällsrisk. Riskmålet individrisk beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan utan förutsätter att en person befinner sig oskyddad på samma avstånd från riskkällan dygnet runt under ett år. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått eftersom det utifrån måttet går att avgöra om enskilda individer utsätts för oacceptabelt hög risk.

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika personstätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån medelpersonstätheten. Samhällsrisken presenteras i ett så kallat F/N-diagram (Frequency of accidents/Number of fatalities). I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan.

I beräkningarna ingår att beskriva sannolikheten för dödsfall vilket kan relateras till tillgängliga riktlinjer för riskvärdering. Detta antas ge en tillräcklig beskrivning av risker eftersom man genom att begränsa risken för att omkomma även begränsar risken för allvarliga skador på människor. Beskrivning av allvarliga personskador görs därför ej.

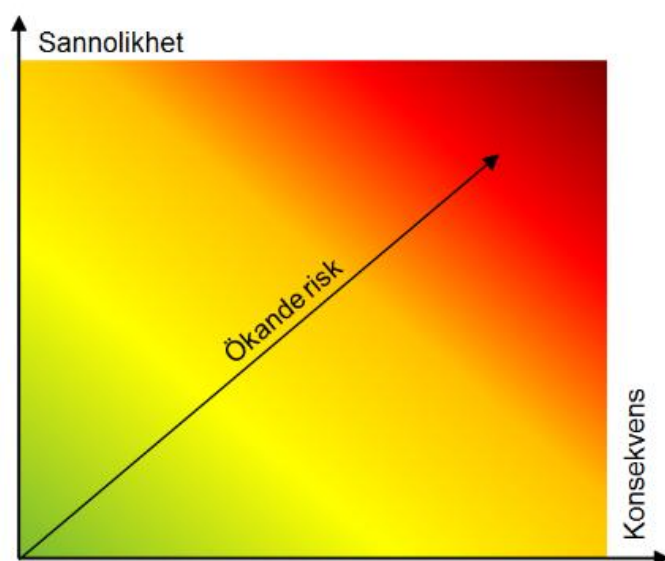
Beräkningarna av sannolikhet och konsekvens för olycka med farligt gods och vilka intervall och sannolikhetsfördelningar som använts redovisas mer utförligt i Bilaga A och Bilaga B.

Beräkningarna har gjorts med Monte Carlo-simuleringar, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och känslighetsanalys på ett mer utförligt sätt. Simuleringar med 5000 iterationer har genomförts i beräkningarna.

Utredning av risker förknippade med verksamheter i planområdets närhet presenteras i separat rapport, *Detaljplan Tingshuset 13, Mölndals stad, Utredning – Kvalitativ riskbedömning med avseende på närliggande industriverksamheter samt intilliggande gasledning.*

2.3 Riskdefinition

Risk definieras här som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Figur 2 illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.



Figur 2. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

3 Förutsättningar

3.1 Planområdet

Planområdet ligger i anslutning till väg E6, ca 600 meter söder om Åbromotet och 1,5 kilometer söder om Mölndal centrum, se Figur 3. Astra Zenecas stora forskningsanläggning ligger strax norr om fastigheten och i övrigt karaktäriseras närområdet av småskalig industri, service, sällanköpshandel och kontorsbyggnader.

Planområdet begränsas av Kärragatan i väst och Kråketorpsgatan, som går parallellt med väg E6, i öst. Bortom väg E6, drygt 100 meter öst om planområdet går järnvägen *Västkustbanan*.



Figur 3. Gul markering anger ungefärlig utbredning av planområdet.

Inom planområdet planeras kontors- och centrumbebyggelse, vårdcentral samt bostäder. I östra delen av planområdet, närmast väg E6, planeras ett parkeringshus och ett hotell med ca 200 rum.

Under dagtid bedöms ca 5000 personer kunna befinna sig inom planområdet. Under kvällar och helger, utanför kontorstid bedöms antalet människor minska till ca 1000. Av dessa antas en tredjedel befinna sig på hotellet och resterande i bostäderna.

Det ca 20 meter breda området mellan väg E6 och Kråketorpsgatan utgörs av ett dike och en låg vall som är gräsbevuxen med några träd och buskar, vallen kan ses i Figur 13 i Kapitel 6.2 nedan.

7(30)

3.2 Farligt gods

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka eller felaktig hantering vid transport och lagring. Det kan exempelvis röra sig om brandfarliga ämnen, giftiga gaser och explosiva ämnen. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra utgör en risk först efter långvarig exponering.

Farligt gods delas enligt MSBFS 2016:8 (ADR-S) in i nio huvudklasser enligt Tabell 1. Klasserna i tabellen avser farligt gods på väg men samma klassning gäller även för farligt gods på järnväg (då benämnt RID-S).

Tabell 1. Klasser av farligt gods på väg enligt ADR-S.

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

3.2.1 Farligt gods på E6

Det är främst farligt gods i form av explosiva ämnen, brandfarliga och giftiga gaser, brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-klasserna 1, 2.1, 2.3, 3, 5.1 samt 5.2) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser bortom vägens direkta närområde. Det är därför dessa klasser som fortsatt behandlas i riskbedömningen. Utifrån nationell statistik för 2016 utgjorde dessa ADR-klasser ca 75% av totala antalet transporter med farligt gods (Trafikanalys, 2017).

Transport av farligt gods ska ske enligt de lagar och förordningar som gäller, vilket bland annat ställer krav på de behållare som används. Behållarnas utformning utgör därför i sig en teknisk riskreducerande barriär.

Väg E6 är den enda primära transportleden för lastbilstransporter med farligt gods söderut från Göteborg. Åbromotet förbinder dessutom väg E6 med Göteborgs energihamn, via Frölunda och Älvsborgsbron. Energihamnen är en av Nordens största oljehamnar som förser göteborgsregionen och stora delar av Sverige med bensin, diesel och andra bränslen. Hastighetsgränsen på E6, utmed planområdet är 80 km/tim och vid en trafikmätning 2015 uppmättes drygt 70 000 fordon varav ca 10 % bedömdes utgöras av tung trafik. En trafikprognos för 2040 visar att trafiken kan öka till ca 94 000 fordon per årsmedeldygn.

Att uppskatta hur mycket farligt gods som transporteras på svenska vägar idag är behäftat med osäkerheter. Det saknas detaljerad statistik över hur många transporter som sker och de undersökningar som ändå gjorts inom Sverige visar att variationen är stor mellan olika år. Nationell statistik visar att transporter av farligt gods under de senaste åren i medeltal utgjorde ca 3 - 3,5 % av det totala antalet inrikes godstransporter med svenska lastbilar (Trafikanalys, 2014 - 2016). I Tabell 2 presenteras bedömd mängd tung trafik och farligt godstransporter för 2015 respektive 2040. Räddningsverket (nuvarande MSB) genomförde under september 2006 en kartläggning av farligt godstransporter i hela Sverige. Utredningen är utförd under en högst begränsad tid men ger ändå en tydlig indikation om att E6 inte utmärker sig som en, ur farligt godssynpunkt, ovanligt tungt belastad väg trots att den är en av de stora lederna in och ut ur Göteborg. Därför bedöms nationell andel farligt gods vara rimlig för aktuell sträcka.

Tabell 2. Sammanställning av tung trafik och skattat antal farligt godstransporter på väg E6 år 2015 samt skattning av trafiknivåer enligt trafikprognos för 2040.

	ÅDT	Avser år
Tung trafik	7000	2015
Skattat antal farligt godstransporter	210 - 245	2015
Tung trafik	9400	2040
Skattat antal farligt godstransporter	282 - 329	2040

År 2016 utgjorde transporter av brandfarlig vätska ca 50 % av alla farliga godstransporter på väg, ur ett nationellt perspektiv. På grund av närheten till Göteborgs energihamn bedöms det rimligt att anta att andelen brandfarlig vätska är högre på väg E6. I denna utredning antas därför 70% av alla transporter utgöras av brandfarlig vara-transporter.

För att inte underskatta riskpåverkan från övriga tidigare nämnda ADR-klasser, antas inte den procentuella fördelningen av dessa påverkas. Istället antas fördelningen av de farligt gods-klasser som normalt inte utgör en fara för människor bortom vägens direkta närhet vara lägre. Detta är ett mycket konservativt (försiktigt) antagande men påverkar enbart risknivån nära vägen.

Under hösten 2014 genomförde Länsstyrelsen i Västra Götalands län en mätning av farligt godstransporter vid Gnistängstunneln, Västerleden mellan Älvsborgsbron och Frölunda torg i Göteborg. Västerleden övergår i Söderleden som ansluter till E6 vid Åbromotet, strax norr om planområdet. Vägen utgör en av två leder för farligt gods, till och från Göteborg söderut, som går ihop vid Åbromotet. Mätningen genomfördes under totalt 50 timmar fördelat på fyra dygn och inga mätningar genomfördes under nattetid. Det är därför inte möjligt att dra några långtgående slutsatser om mängd och fördelning av farligt gods men resultatet av mätningen visar på en överrepresentation, ca 80 % utgjordes av brandfarlig vätska (Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2015). Det bedöms därför vara ett rimligt att öka andelen brandfarlig vätska i farligt godstransporterna förbi planområdet. Däremot bedöms beräkningarna bli mindre konservativa om farligt gods-fördelningen från mätningen helt används, det beror på att andelen av andra farliga ämnen, exempelvis brandfarlig och giftig gas, utgjorde en lägre andel än farligt gods-fördelningen nationellt.

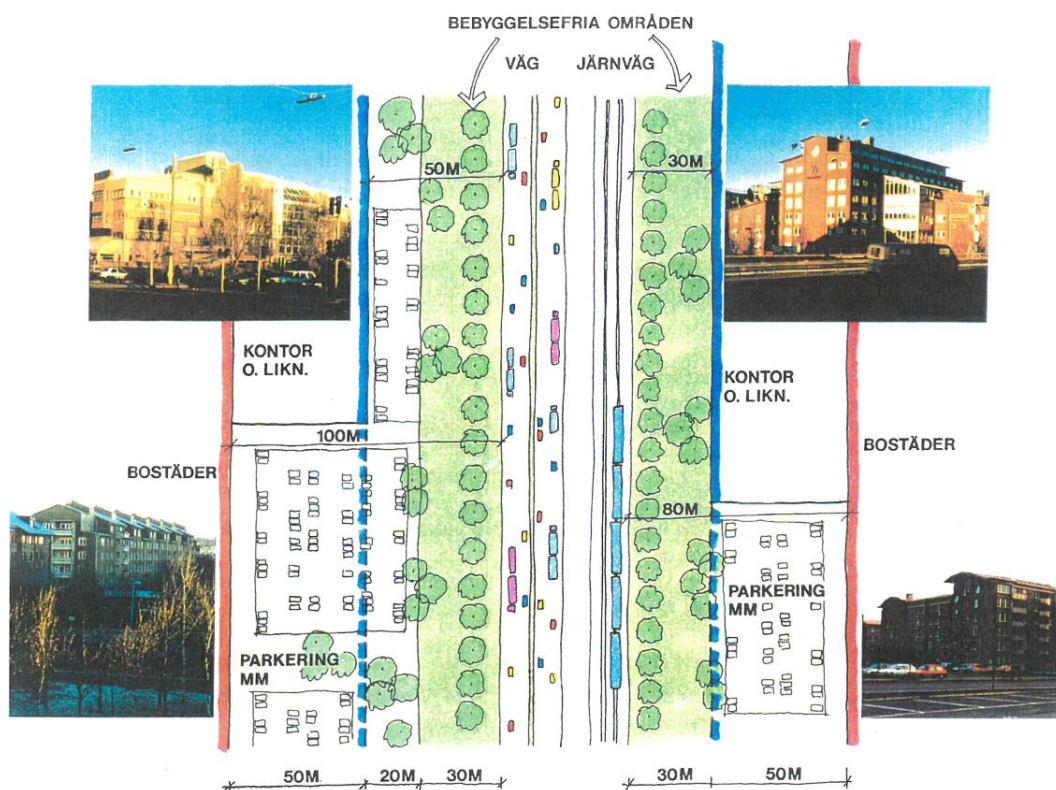
3.2.2 Övriga riskkällor med farligt gods

Farligt gods kan utöver E6 förekomma på lokalgator i anslutning till planområdet på väg till och från målpunkter. Bortom E6, drygt 100 meter från planområdet, går järnvägen *Västkustbanan* med betydande person och godstransporter. Risker från dessa bedöms vara underordnade risken från E6, se Kapitel 6.1.

Farlig vara kan även förekomma hos de verksamheter som ligger i anslutning till planområdet, en separat riskutredning har genomförts för dessa, *Detaljplan Tingshuset 13, Mölndals stad, Utredning – Kvalitativ riskbedömning med avseende på närliggande industriverksamheter samt intilliggande gasledning.*

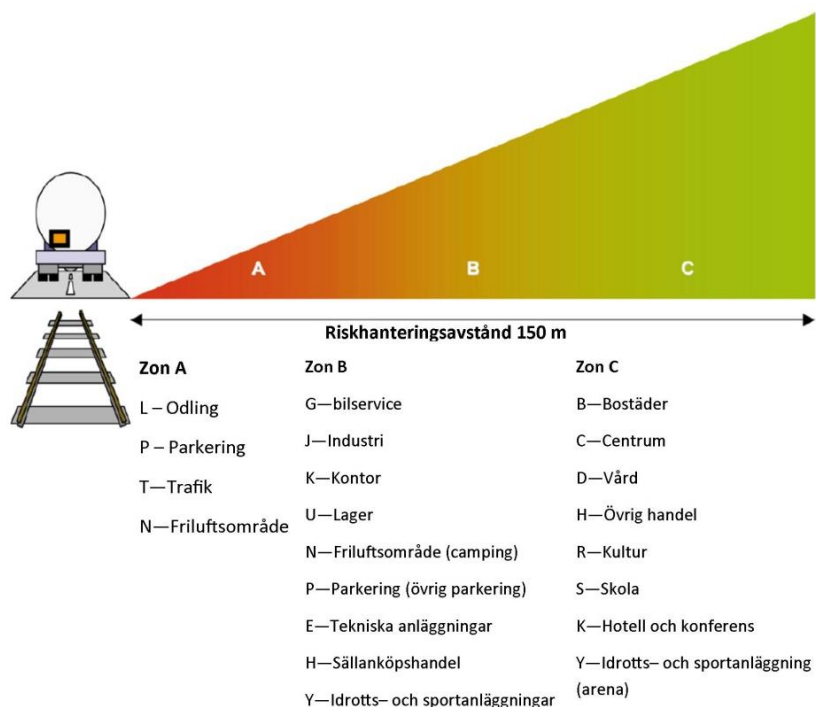
3.3 Riktlinjer

Det finns inga nationellt fastställda riktlinjer för hur samhällsplanering ska anpassas till transporter med farligt gods. Däremot finns det ett antal regionala och kommunala riktlinjer som flera regioner brukar hänvisa till och som därför kan vara vägledande i denna riskbedömning. I Mölndals översiktsplan (2006) föreslås att Göteborgs riktlinjer för markanvändning utmed leder för farligt gods även ska gälla för Mölndals tätbebyggda delar. Dessutom anges en riskbedömningszon inom ett avstånd på 100 meter och ett bebyggelsefritt område om 40 meter från väg E6. Kontorsbebyggelse tillåts normalt fram till 50 meter och sammanhållen bostadsbebyggelse 100 meter från vägkant. Om avsteg från dessa riktlinjer önskas ska riskanalys med eventuella åtgärder upprättas. Fysisk ram kring transportleder för farligt gods genom Göteborgs centrala och halvcentrala delar ses i Figur 4.



Figur 4. Fysisk ram kring transportleder för farligt gods i Göteborg, (Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1999).

Länsstyrelserna i Skånes län, Stockholms län och Västra Götalands län (2006), nedan benämnda länsstyrelserna, presenterar i skriften *Riskhantering i detaljplaneprocessen* riktlinjer för hur riskhantering bör beaktas vid markanvändning intill väg och järnväg med farligt godstransporter. Där rekommenderas att risker från farligt gods beaktas inom 150 meter i detaljplaneprocessen. En zonindelning för lämplig markanvändning presenteras också. Om marken intill en väg med farligt gods önskas användas på annat sätt anges att riskerna förknippad med denna markanvändning bör studeras i detalj. I Figur 5 presenteras länsstyrelsernas rekommenderade zonindelning. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. Det yttre riskhanteringsavståndet 150 meter är valt utifrån regionala förutsättningar som framförallt råder i de tre storstäderna Göteborg, Stockholm och Malmö avseende transporter av farligt gods.



Figur 5. Zonindelning för markanvändning intill transportled för farligt gods. Bild: Länsstyrelserna (2006).

3.4 Värdering av risk

Följande vägledande skälighetsprinciper för riskvärdering presenteras i Räddningsverkets¹ rapport *Värdering av risk* (1997):

- **Rimlighetsprincipen:** En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas. Detta innebär att risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid skall åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen:** De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de positiva effekter som verksamheten medför. Detta innebär att enskilda personer eller grupper inte bör utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Riskerna bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer.

I rapporten anges även acceptanskriterier för värdering av risker presenterade med riskmått individrisk och samhällsrisk. Dessa kriterier är avsedda att tillämpas för allmänheten (även kallad tredje man).

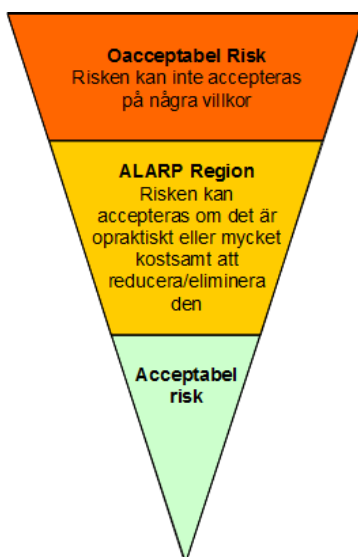
¹ Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable), se Figur 6 för acceptanskriterier för individrisk.

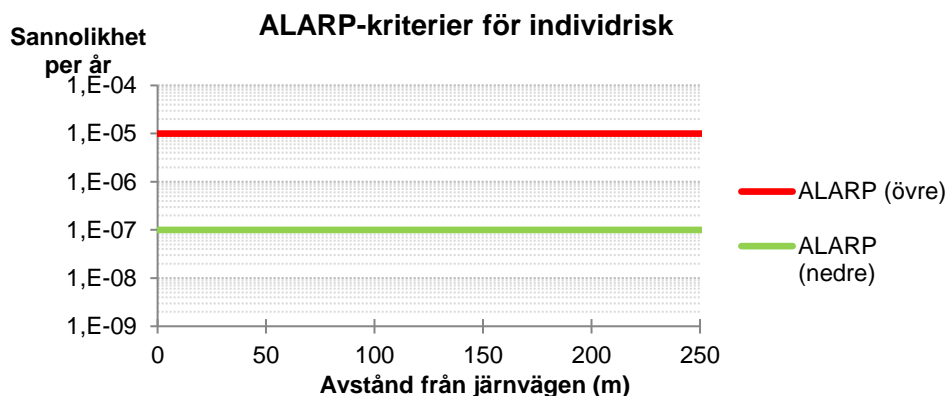
Dessa acceptanskriterier används som underlag vid bedömning för om riskerna inom det aktuella området bör reduceras genom åtgärder. De individriskkriterier som används i denna utredning presenteras i Tabell 3 och Figur 7.

Tabell 3. Föreslagna acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

Kriterium	Sannolikhet
Övre gräns för individrisk (över vilken risken kan anses vara oacceptabel, åtgärder måste vidtas)	10^{-5} per år
ALARP-område (där rimliga åtgärder ska vidtas)	10^{-7} - 10^{-5} per år
Undre gräns för individrisk (där risken kan anses vara låg)	10^{-7} per år



Figur 6. ALARP-principen.

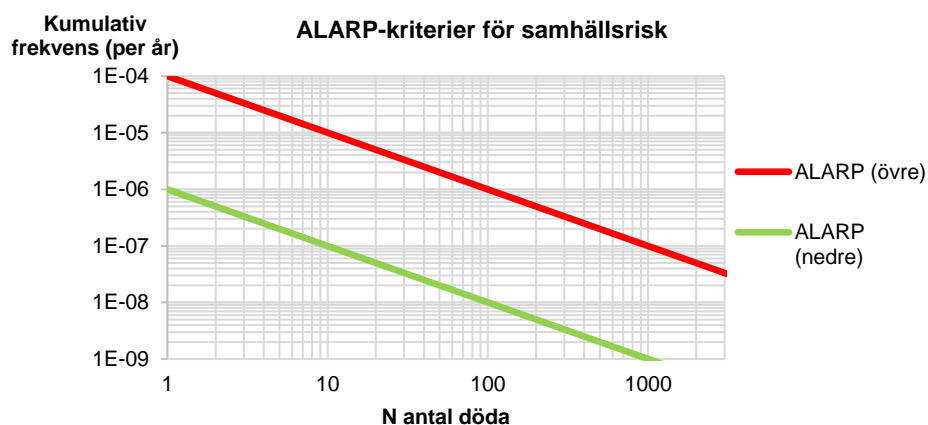


Figur 7. Föreslagna acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997).

I Tabell 4 och Figur 8 presenteras samhällsriskkriterierna, dessa gäller per kilometer väg.

Tabell 4. Föreslagna acceptanskriterier för samhällsrisk på en sträcka på en (1) kilometer lång sträcka med exponering på båda sidorna av riskkällan (Räddningsverket, 1997).

Kriterium	Antal omkomna	Sannolikhet
Övre gräns för acceptabel samhällsrisk	1	10 ⁻⁴ per år
	10	10 ⁻⁵ per år
	100	10 ⁻⁶ per år
Undre gräns för acceptabel samhällsrisk	1	10 ⁻⁶ per år
	10	10 ⁻⁷ per år
	100	10 ⁻⁸ per år



Figur 8. Föreslagna acceptanskriterier för samhällsrisk för en (1) kilometer lång sträcka med exponering på båda sidorna av riskkällan (Räddningsverket, 1997).

4 Riskidentifiering

4.1 Skyddsobjekt och befolkningstäthet

Aktuella skyddsobjekt är de människor som vistas inom detaljplanen. Hotell, kontor och bostäder planeras inom planområdet och en konservativ uppskattning är att maximalt ca 5000 personer kommer befinna sig inom planområdet under kontorstimmor. I ett normalt läge befinner sig ca 2 500 – 2 800 personer inom planområdet. Utanför kontorstid bedöms antalet personer minska till ca 600 - 800. I Tabell 5 presenteras en grov uppskattning av antalet människor i byggnaderna på planområdet. Utifrån det konservativa antagandet om persontäthet (5 000 personer) fås en persontäthet, fördelat över dygnet, på högst 1800 personer.

Tabell 5. Grov uppskattning av antalet människor inom planområdet.

Verksamhet	Befolkat del av dygn	Antal personer
Kontor	1/3	3100
Sportanläggning	1/3	350
Bostäder	2/3	250
Hotell	2/3	200
Konferens/Lobby	1/3	1000
Restaurang/handel	1/3	100
Garage	Jämnt fördelat över dygnet	5*

* Antal personer i garaget uppskattas genom en beläggningsgrad på 80% av ca 850 parkeringsplatser, en person per bil och 5 minuters vistelse i garaget vid ankomst respektive avfärd.

När riskmålet samhällsrisk beräknas tas hänsyn till befolkningstätheten i ett större område. I den här riskutredningen uppskattas persontätheten på en sträcka om 1 kilometer utmed väg E6. I Mölndals kommun bor i genomsnitt drygt 450 invånare per km² men i centrum bedöms befolkningstätheten kunna vara ca 3000 – 5000 invånare per km². Utifrån resonemanget ovan, om antal personer inom planområdet kan befolkningstätheten på planområdet vara betydligt högre. Däremot ligger planområdet i utkanten av Mölndals tätort och det omgivande närområdet utgörs främst av kontor och småskalig industri. I samhällsriskberäkningarna ansätts befolkningstätheten bortom det vid E6 absoluta närområdet till 5000 invånare per kvadratkilometer vilket bedöms vara ett konservativt antagande.

Inom 20 meter från E6 befinner sig normalt inga människor, området utgörs av ett dike och en delvis växtbeklädd vall. Från 20 till 30 meter från vägen förekommer enstaka fotgängare och trafikanter. Mellan 30 och 60 meter från väg E6 planeras parkeringsgarage och tekniska anläggningar vilka inte förknippas med hög persontäthet och som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Liknande markanvändning förekommer på motsvarande avstånd utmed E6 i övriga närområdet och persontätheten bedöms här vara ca 1000 personer per kvadratkilometer. På detta begränsade avstånd från E6 antas ungefär hälften av människorna befinna sig utomhus och hälften inomhus. Bortom 60 meter förekommer fler byggnader vilket innebär att persontätheten ökar till tidigare nämnda 5000 personer per kvadratkilometer där majoriteten av människorna antas befinna sig inomhus, särskilt under nattetid.

5 Riskberäkningar för väg E6

För att beräkna individ- och samhällsrisk används följande beräkningsgång:

1. Beräkning av frekvenser för trafikolycka med farligt gods på E6
2. Uppdelning av farligt gods olycka per farligt gods klass
3. Beräkning av sannolikhet för påverkan på behållare med farligt gods
4. Beräkning av sannolikhet för olika konsekvenser givet utsläpp av farligt gods
5. Beräkning av frekvens att omkomma på olika avstånd från E6
6. Beräkning av samhällsrisk beroende på persontäthet på olika avstånd från E6

5.1 Sannolikhetsberäkningar och konsekvensavstånd

Eftersom E6 är en tungt trafikerad väg bedöms relativt många olyckor förekomma. Utifrån beräkningar som baseras på trafikolycksschabloner förekommer en farligt godsolycka på aktuell kilometerssträcka vart tolfte år.

Utifrån ett examensarbete (Alvarsson & Jonsson, 2016) som jämfört konsekvensavstånd i olika riskbedömningar, kompletterat med beräkningar utförda av Sweco och andra experter (t.ex. Wuz 2016), har Tabell 6 nedan tagits fram för de ämnen som transporteras på E6. Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass, konsekvensavstånd kopplade till dessa och antagen statistisk återkomsttid för respektive scenario. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

Tabell 6. Sammanställning av uppskattade intervall för konsekvensavstånd och frekvenser för olika olycksscenarioer.

ADR-klass	Scenario	Intervall för konsekvensavstånd			Sannolikhet (1 gång på x år)
		Min	Mest troligt	Max	
1	Explosion, raserade byggnader	30	100	200	16 miljoner år
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	10	50	140	16 miljoner år
2.1	BLEVE	100	200	450	2,6 miljoner år
	Jetflamma	5	40	90	90 000 år
	Gasmolnexplosion	15	50	250	350 000 år
2.3	Giftigt gasmoln	10	200	1000	5,4 miljoner år
3	Pölbrand	5	15	40	2 000 år
	Fördröjd antändning /gasmolnsbrand	10	20	40	5 800 år
5	Explosion	30	40	60	740 000 år
	Brand	10	30	40	790 000 år

5.2 Risknivåer och riskvärdering

Nedan redovisas beräknade individ- och samhällsrisiknivåer för bebyggelse intill E6. Detaljer kring frekvensberäkningar och konsekvensavstånd redovisas i Bilaga A och Bilaga B.

5.2.1 Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten för dödliga skador på ett visst avstånd från en eller flera riskkällor under ett år. Individrisk beskriver en teoretisk risk för en individ som står på samma plats under ett år. Individrisken presenteras i denna riskutredning i form av en individriskkurva där risken beskrivs som funktion av avståndet från riskkällan.

Individrisk beror endast på riskkällan och påverkas exempelvis inte av omgivningen.

För att beräkna individrisk används följande formel:

$$P_{olycka} \times P_{utsläpp|olycka} \times P_{scenario|utsläpp} \times P_{konsekvensavstånd > studerat\ avstånd}$$

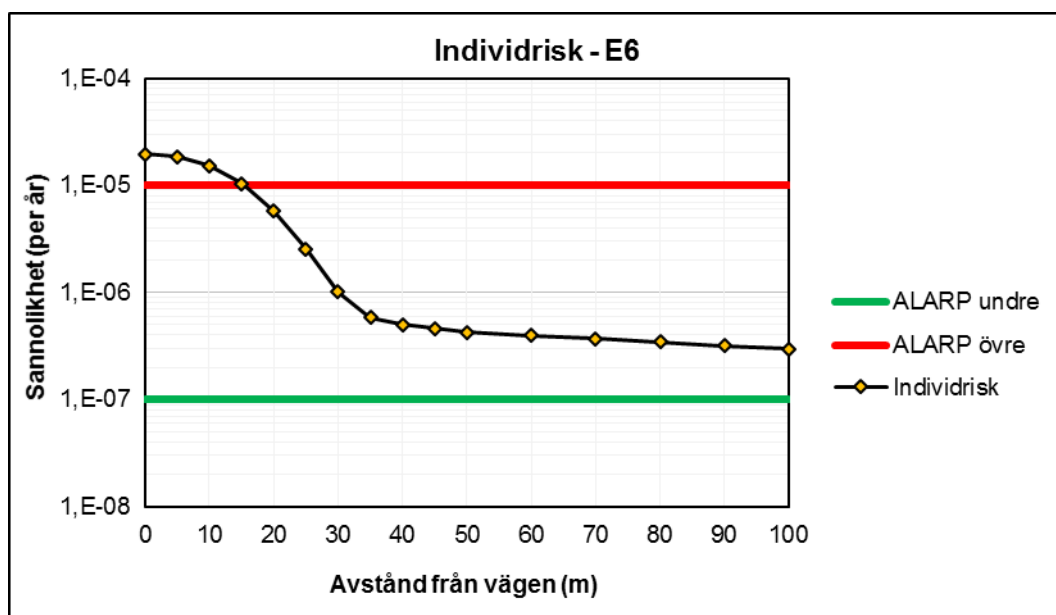
Där:

P_{olycka} Är sannolikheten för en lastbilsolycka per år (förväntad frekvens)

$P_{utsläpp olycka}$	Är sannolikheten för utsläpp för respektive godsklass givet att en lastbilsolycka inträffar
$P_{scenario utsläpp}$	Är sannolikheten för ett visst scenario (explosion, brand etc.) givet att utsläpp har skett
$P_{konsekvensavstånd>studerat\ avstånd}$	Är sannolikheten att en viss punkt på ett visst avstånd från vägen ligger inom konsekvensavståndet.

I beräkningarna har studerat avstånd delats upp i intervaller om 5 meter upp till 50 meter från vägen, därefter 10 meter.

Närmast E6 är individrisknivån över gränsen för oacceptabel risk, från ca 15 meter från vägkant är individrisken inom ALARP-området, se Figur 9. Fram till ca 35 meter avtar individrisken relativt kraftigt, därefter minskar individrisken mindre med avståndet från E6.



Figur 9. Individriskkurva som visar att individrisken är oacceptabel inom ca 15 meter från E6, därefter är individrisken inom intervallet som benämns ALARP.

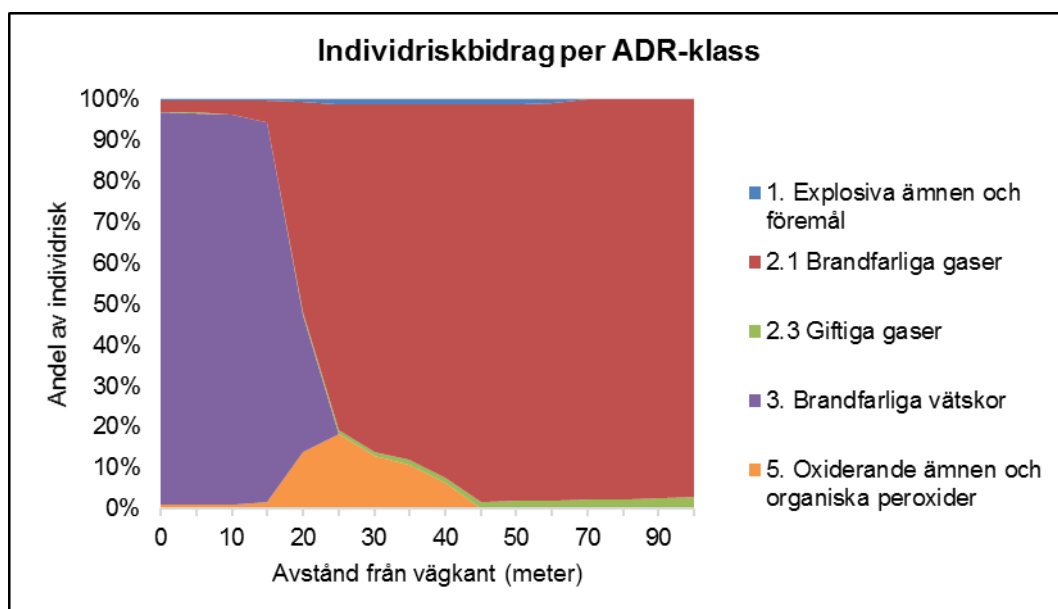
Ur Figur 10 kan utläsas att klass 1 och 2.3 utgör en liten andel av individrisknivån. Brandfarliga vätskor utgör en relativt hög andel av risken upptill cirka 25 meter från vägen.

Att risken avtar relativt mycket upp till ca 35 meters avstånd beror på att sannolikheten för pölbrand och gasmolnsbrand vid utsläpp av brandfarlig vätska är de mest sannolika scenarierna och för dessa är konsekvensavstånd bortom 35 meter väldigt osannolika. Att olycka med brandfarlig vätska utgör så stor andel av individriskbidraget beror i huvudsak

på att den typen av transporter är dominerande på vägsträckan och att vätska transporteras i tankar som inte tål lika stora påfrestningar som farligt godstankar för gaser.

Brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tankar som tål större påfrestningar (så kallade tjockväggiga tankar) och sannolikheten för en olycka med dessa är relativt låg, men med potentiellt väldigt långa konsekvensavstånd.

För explosiva ämnen finns en rad transportbestämmelser vilket ger ökad säkerhet, och sannolikheten för en explosion är därmed låg. Det är dock tänkbart med relativt långa konsekvensavstånd om en olycka ändå skulle inträffa, vilket gör att riskbidraget från explosiva ämnen (relativt sett) ökar på längre avstånd.



Figur 10. Andel av individriskbidraget fördelat på ADR-klass och avstånd från vägen. På korta avstånd från vägen är riskbidraget från brandfarlig vätska dominerande, när avståndet från vägen ökar utgör brandfarlig gas den största risken.

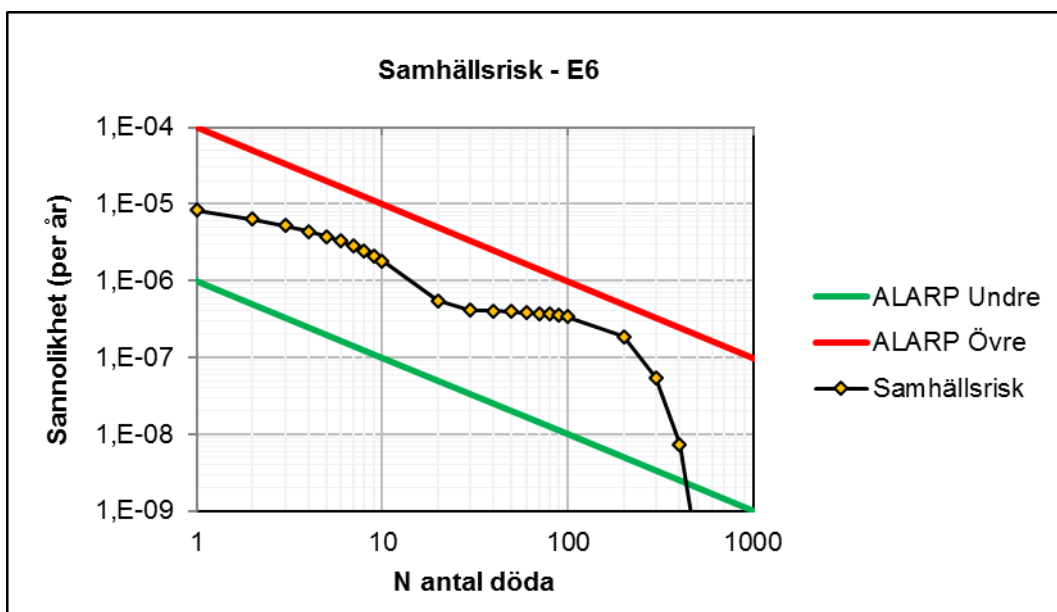
5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma vid en olycka. Hänsyn tas då till den områdesspecifika persontätheten inomhus och utomhus samt hur denna varierar över dygnet. Konsekvenserna beräknas utifrån persontätheten på en sträcka av en kilometer utmed E6 i anslutning till planområdet. Närmast vägen befinner sig normalt inga människor, i höjd med Kråketorpsgatan börjar persontätheten succesivt öka upp till en persontäthet på 5000 personer per kvadratkilometer på ett avstånd om 60 meter från E6.

Samhällsrisken påverkas till stor del av hur omgivningen bebyggs.

Samhällsrisken presenteras i ett så kallat F/N-diagram (Frequency of accidents/Number of fatalities). I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer i anslutning till riskkällan. I Figur 11 presenteras resultatet av samhällsriskberäkningarna utmed E6.

Eftersom få människor antas befinna sig nära vägen ger brandfarlig vätska ett mycket litet samhällsriskskott. Istället utgör olyckor med brandfarlig gas den absolut största samhällsrisken ur farligt godssynpunkt. Samhällsrisken ligger inom ALARP-området upp till knappt 500 omkomna, att samhällsrisken därefter sjunker under gränsen för acceptabel risk beror på flera faktorer. De katastrofscenarier som kan medföra att många människor omkommer är mycket osannolika, persontätheten i området är begränsad och de människor som befinner sig på långt avstånd från E6 befinner sig i hög utsträckning inomhus där de har visst skydd.



Figur 11. Samhällsrisksnivå för utmed E6 i anslutning till planområdet då persontätheten antas vara 5000 personer per kvadratkilometer på ett avstånd av 60 - 65 meter från vägen.

5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisken är förknippad med osäkerheter, exempelvis avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser. Beräkningsmodeller är en förenkling av verkligheten, men målet är att ge

en tillräckligt bra beskrivning utifrån tillgänglig kunskap så att det ger ett robust beslutsunderlag.

I denna riskutredning har flera konservativa antaganden och förenklingar gjorts. Antaganden (ingenjörsmässiga bedömningar) behövs där det statistiska underlaget är otillräckligt och görs då på ett sätt så att riskerna inte underskattas. Detta medför att risknivåerna i verkligheten troligen är lägre än beräknat. För att hålla beräkningarna på en praktiskt hanterbar nivå görs också ett antal förenklingar. Några av de mer betydelsefulla antaganden och förenklingar som gjorts presenteras nedan.

I beräkningarna används intervall och Monte Carlo-simulering som ett sätt att beskriva osäkerheter, men det är viktigt att påtala att all osäkerhet inte fångats upp enbart med denna metod. Intervallen som används som indata till beräkningarna är i sig mycket osäkra och bygger inte på någon omfattande statistik över inträffade händelser. Generellt antas beräkningarna överdriva riskerna eftersom det med dessa ingångsvärden då borde ha inträffat fler större olyckor i världen och i Sverige.

Resultaten ska dock inte heller tolkas som att låg sannolikhet är detsamma som att det inte kan inträffa. Ambitionen är dock att beräkningarna och hur de används leder till att ny bebyggelse planeras med en avvägning mellan de risker som farligt gods utgör och de nyttor som uppnås genom att kunna exploatera mark intill transportlederna.

5.3.1 Förenklingar och antaganden

Frätande ämnen har inte beaktats då konsekvensavstånden är mycket korta. Akut påverkan på människor uppstår i princip endast om ämnet hamnar rakt på en person vilket innebär att personen måste befinna sig på mycket kort avstånd från väggkant. Inte heller smittförande ämnen, giftiga ämnen samt radioaktiva ämnen har beaktats eftersom antalet försändelser är mycket begränsat, sannolikheten för utsläpp är extremt låg alternativt konsekvensavstånden är mycket korta eller endast att ämnena kan ge allvarliga konsekvenser under långvarig påverkan.

Konsekvenserna har endast utretts inom ett område 150 meter från väggkant i enlighet med riskpolicyn för Skåne, Västra Götaland och Stockholms län (2006).

Konsekvensberäkningarna grundar sig på antagandet att alla ämnen inom respektive klass av farligt gods utgörs av det ämne inom klassen som kan ge allvarligast konsekvenser, till exempel svaveldioxid för giftiga gaser och hexan för brandfarlig vätska. Beräkningarna utgår från de farligaste ämnena inom varje farligt gods-klass. Dessa utgör troligtvis endast en marginell del av respektive transporterad farligt gods-klass. För flera av scenerierna saknas tillräckligt statistiskt underlag för att mer noggrant beräkna sannolikheterna för att de ska inträffa och här görs i flera fall uppskattningar som bygger på ingenjörsmässiga bedömningar.

Hänsyn tas inte heller till att byggnader närmast riskkällan kan verka skyddande mot bakomvarande bebyggelse. Hänsyn till detta hade minskat samhällsrisk.

Trafikmängder som använts i beräkningar baseras på prognosåret 2040. Fram till dess är förmodligen trafikmängden lägre, men efter år 2040 möjligen högre. Eftersom bebyggelsen kommer att vara kvar under en längre period behöver beräkningarna ta höjd för den högre trafikmängd som kan gälla i framtiden. Trafikverket rekommenderar prognosår för sina vägar, det är dock behäftat med mycket stora osäkerheter att anta trafikmängder långt fram i tiden. Därutöver krävs det mycket stora förändringar i trafikmängd för att få betydande utslag på risknivåerna. Ett grovt exempel är att det krävs en ökning av trafiken med 100 gånger för att risknivån ska ändras från gränsen för acceptabel risk till oacceptabel, förutsatt allt annat oförändrat.

Det använda konsekvensavståndet är en förenkling, där sannolikheten för att omkomma är 100 % för de som befinner sig inom konsekvensområdet, och 0 % för de som befinner sig utanför riskområdet. Denna förenkling görs för att få en rimlig omfattning på beräkningarna, men kompenseras i viss mån av att sannolikhetsfördelningar för konsekvensavstånden används i beräkningarna. För att inte underskatta risken så antas 100 % omkomma inom det konsekvensavstånd där dödlig skada kan inträffa.

I vissa riskutredningar hanteras detta på så vis att sannolikheten att omkomma antas vara olika för olika avstånd vilket gör det möjligt att fånga upp att sannolikheten att omkomma generellt är högre närmare riskkällan. Av praktiska skäl görs inte det här, utan den beräkningsmodell som används hanterar istället detta genom att ansätta ett intervall för avståndet till (100 %) dödlig skada. Detta får den effekten att vissa olycksscenario (exempelvis BLEVE och utsläpp av giftig gas) får relativt stort genomslag i beräkningarna av samhällsrisk, eftersom dödlig skada kan uppstå på långa avstånd. Detta antagande bedöms vara rimligt för korta avstånd men bedöms överskatta riskerna på längre avstånd, se Bilaga B.

Att 100 % omkommer vid det angivna konsekvensavståndet gäller oskyddade personer utomhus. I beräkningarna antas att sannolikheten är lägre att personer som är inomhus omkommer, eftersom byggnader ger ett skydd mot de flesta scenarier. Även här avtar sannolikheten för dödsfall med avståndet, men av praktiska skäl förenklats detta till att sannolikheten att omkomma inomhus är konstant inom konsekvensavståndet. Att räkna på detta sätt underskattar effekten av skyddsavstånd eftersom risken på längre avstånd överskattas.

5.3.2 Känslighetsanalys

Simuleringar av individ- och samhällsrisk har genomförts med så kallad Monte Carlo-simulering där en fördelning antas för parametrar istället för medelvärden. Därefter simuleras 5 000 fall där olika värden plockas från dessa fördelningar. Som ett resultat ges

en spridning i resultatet som visar osäkerheten i de beräkningar som genomförs samtidigt som det går att visa vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

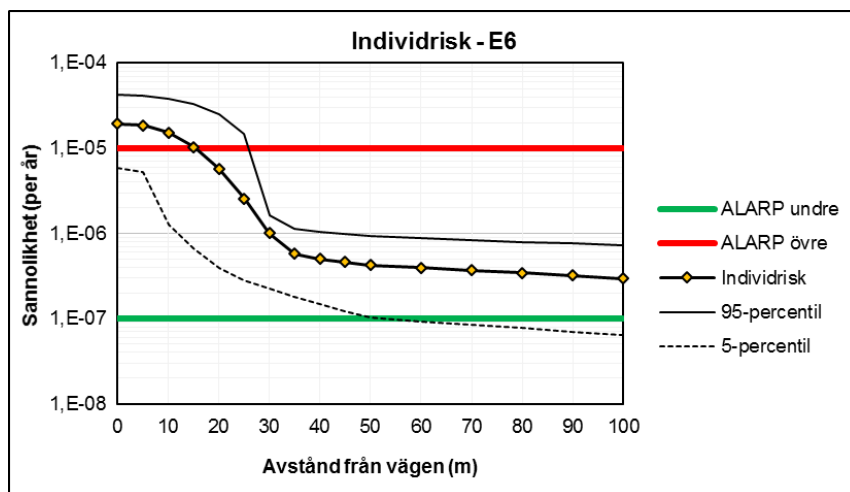
Simuleringen används för att undersöka vilka parametrar som är mest osäkra, och som därför bidrar till mest variation i resultatet. I beräkningarna av samhällsrisk för en (1) död bidrar följande tre parametrar med störst osäkerhet för olycka:

1. Konsekvensavstånd gasmolnexplosion (UCVE)
2. Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank (med exempelvis brandfarlig vätska)
3. Sannolikhet för gasmolnexplosion UVCE

Ovanstående parametrar ger en fingervisning om vilka parametrar som ger stor påverkan på resultaten.

I Figur 12 visas spridningen för individriskberäkningarna. Utfallen av 90 % av simuleringarna hamnar mellan linjerna för 5- och 95-percentilen. Det finns dock osäkerheter som inte tas hänsyn till i beräkningarna, dessa inkluderar bland annat antaganden och utredningar som gjorts om trafikprognoser och persontäthet.

Skillnad mellan 5-percentilen och 95-percentilen är i storleksordningen en 10-potens. Det visar att beräkningarna är osäkra, men eftersom värderingsskalan är 10-logaritmisk så blir ändå beräkningarna användbara. Det kan dock konstateras att tolkningen av när risknivån skär en viss linje (exempelvis 10^{-5}) skiljer relativt mycket, därför bedöms det inte vara lämpligt att tolka beräkningarna som att risken är oacceptabel på kortare avstånd än 15 meter men acceptabel efter rimliga åtgärder precis bortom 15 meter.



Figur 12. Spridningen för beräkningarna av individrisk för E6 redovisas här som 5- och 95-percentilen av 5 000 iterationer med Monte Carlo-simulering.

6 Riskbedömning

6.1 Riskobjekt

E6 bedöms utgöra det viktigaste riskobjektet med hänsyn till farligt godstransporter eftersom vägen ligger nära planområdet och har ett stort antal farligt godstransporter som passerar planområdet varje dygn.

Farligt godstransporter förekommer även på lokalgator i anslutning till planområdet på väg till och från målpunkter i och i anslutning till planområdet. Läkemedelsföretaget Astra Zenecas forsknings och utvecklingsanläggning har tillstånd för betydande mängd farlig vara och flera andra verksamheter hanterar begränsad mängd farlig vara. Farligt godstransporterna som dessa ger upphov till bedöms dock vara mycket liten i jämförelse med transporterna på E6.

Västkustbanan går utmed planområdet parallellt med E6, drygt 100 meter öst om planområdet. Risken från Västkustbanan är underordnad risker från E6 av flera anledningar. Avståndet är längre än den riskbedömningszon om 100 meter som Mölndals översiktsplan (2006) anger. Enligt de riktlinjer som förespråkas för riskutredningar i Mölndal, se Figur 4, rekommenderas ett längre skyddsavstånd från väg till bebyggelse än för järnväg till bebyggelse. En av de främsta anledningarna till detta är att olyckor är vanligare för vägfordon än för tåg. Västkustbanan ligger dessutom bortom E6 vilket utöver avståndet även medför att E6 utgör en barriär mellan järnvägen och planområdet.

6.2 Bedömning avseende farligt gods på E6

E6 är tungt trafikerad med betydande transporter med farligt gods vilket resulterar i individ- och samhällsrisk som ligger inom ALARP och på vissa avstånd överstiger risknivån för acceptabel risk. Riskberäkningarna tar inte hänsyn till vissa platspecifika förutsättningar som i det är fallet bidrar till att begränsa risken för människor inom planområdet.

Utmed E6 går en mindre vall som begränsar avåkningsavståndet vid en eventuell olycka, se Figur 13. Vallen bildar även ett dike mellan E6 och Kråketorpsvägen som begränsar spridningsavståndet om ett utsläpp av farligt gods sker. Diket är effektivt för att begränsa spridning av brandfarlig vätska (ADR-klass 3) och oxiderande ämne (ADR-klass 5) men bedöms även till viss del hindra spridning av tunga gaser mot planområdet.

Närmast vägen inom planområdet planeras ett cirka tio meter högt parkeringshus. Med rätt utformning utgör parkeringshuset en effektiv skyddsbarriär mot farligt godsolyckor på E6.



Figur 13. Utmed E6 går en vall som hindrar eventuella avåkande fordon från att lämna vägområdet. Dessutom bildar vällen ett dike som begränsar spridningsavståndet vid ett utsläpp av farligt gods.

7 Åtgärdsförslag

Beräkningarna visar att både individrisken och samhällsrisken för planområdet ligger inom ALARP-området där rimliga åtgärder ska vidtas. Generellt är det effektivast, både ur kostnads- och riskreduktionssynpunkt att vidta åtgärder vid riskkällan. Det bedöms därför vara rimligt att säkerställa att vallen mellan E6 och planområdet säkras genom avtal.

Det parkeringshus som uppförs utmed den del av planområdet som ligger närmast E6 kan utföras så att det utgör en god barriär mot farligt godsolyckor på E6. Det kan göras genom att det ca 10 meter höga parkeringshuset utförs med tät fasad i obrännbart material mot E6, exempelvis genom att utföra det i material som uppfyller brandklassningen A2-s1,d0 eller högre. Ett sådant utförande skyddar effektivt de människor som befinner sig inom planområdet mot farligt godsolyckor på E6 genom att skärma av från både strålningsvärme och förhindra gasspridning mot planområdet.

Vall och parkeringshus bedöms vara tillräckligt för att risker från farligt godstransporter på E6 ska kunna betraktas som acceptabla. Nedanstående kompletterande åtgärder bör också vidtas för bebyggelse inom 100 meter från E6 med hänsyn till rimlighetsprincipen och principen om undvikande av katastrofer om de inte medför orimliga kostnader:

- Friskluftsintagen placeras på en fasad som vetter bort från vägen, alternativt på tak. Syftet med åtgärden är att minska den mängd brandfarlig och giftig gas samt rökgaser som kan komma in i byggnaden vid en olycka med farligt gods på vägen. Det bör även finnas möjlighet att stänga av ventilationen på ett enkelt sätt vid en eventuell olycka.
- Fasad som vetter mot E6 och som är så hög att den inte skymms av parkeringshuset ska utföras i obrännbart material, exempelvis material som uppfyller brandklassningen A2-s1,d0.
- Det ska finnas möjlighet att utrymma byggnader på sida som vetter bort från E6.
- Uteplatser och lektyor förläggs i skydd av byggnaderna och inte på sida mot vägen.

8 Slutsats

Det förekommer betydande trafik med farligt gods på E6. Trots trafikmängden bedöms inga kostnadsdrivande skyddsåtgärder vara nödvändiga för planområdet under förutsättning att befintlig vall säkerställs i detaljplanen och parkeringshus utförs så att den skyddar planområdet i händelse av en farligt godsolycka på E6.

Åtgärder, för byggnader inom planområdet, som begränsar risken ytterligare men som inte medför betydande kostnader bör också vidtas för byggnader som ligger inom 100 meter från E6.

9 Referenser

- Alvarsson, & Jonsson. (2016). *Examensarbete - Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola.
- Länsstyrelsen i Skåne län, Länsstyrelsen i Stockholms län, Länsstyrelsen i Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- Länsstyrelsen i Västra Götalands län. (2015). *Detektering av farligt gods med hjälp av kamerateknik*.
- MSB. (2017). *MSBFS 2016:8 ADR-S 2017*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Mölnadal kommun. (2006). *Översiktsplan 2006 - Kapitel 9. Miljö- och riskfaktorer*.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*.
- Räddningsverket. (2006). *Kartläggning av farligt godstransporter -September 2006*.
- Sprängämnesinspektionen. (2000). *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor*.
- Stadsbyggnadskontoret i Göteborg. (1999). *Transporter av farligt gods*.
- Trafikanalys. (2014 - 2016). *Lastbilstrafik 2015 (resp. 2016)*.
- Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016 Statistik 2017:14*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods - Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås Stad*. Borås Stad - Samhällsbyggnadsförvaltningen.

Innehållsförteckning

A1	Frekvensberäkningar	2
A2	Frekvensberäkningar för lastbilstrafik	3
A2.1	Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil	3
A2.2	Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil	4
A2.3	Frekvens för scenario med farligt gods på väg	5
A3	Händelseförlopp för olika typer av farligt gods	6
A3.1	Explosiva ämnen (ADR 1)	6
A3.2	Tryckkondenserade gaser (ADR 2)	7
A3.2.1	Brandfarliga gaser (ADR 2.1)	7
A3.2.2	Giftiga gaser (ADR 2.3)	8
A3.3	Brandfarliga vätskor (ADR 3)	9
A3.4	Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR 5.1 och 5.2)	9
A4	Referenser	11

A1 Frekvensberäkningar

Risakanalysen bygger i detta fall på en uppskattning av sannolikheter för dödsfall per år, dels som individrisk och dels som samhällsrisk. Sannolikhet per år kan också tolkas som en förväntad frekvens, dvs. att en händelse förväntas inträffa ett visst antal gånger under en tidsperiod.

I många fall saknas tillförlitlig statistik för olika scenarier, och när antaganden måste göras har värden valts som ligger i närheten av antaganden i liknande utredningar som gjorts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet, även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelsetråd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall där det egentligen handlar om ett spektrum av möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelsetråd utan läsaren hänvisas istället till de olika konsultrapporter som ligger till grund för den sammanställning som redovisas.

Det finns olika sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall. Därför har en sammanställning gjorts med sannolikheter för olika scenarier som använts i andra riskutredningar i Sverige (WUZ 2016, WSP 2016, Briab 2016, Brandskyddslaget 2015), och utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats.

A2 Frekvensberäkningar för lastbilstrafik

A2.1 Frekvensberäkningar för trafikolycka med lastbil

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

$$P_o = N \cdot Q \cdot L \cdot F \cdot 365$$

N = Antalet lastbilar per dygn (ÅDT_{tung})

Q = Olyckskvot (antalet olyckor/ fordonskilometer)

L = Längd för berörd vägsträcka (km)

F = Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka

Denna beräkning upprepas för varje ADR-klass för 1 km väg.

Eftersom det saknas lokal statistik över hur stor andel av lastbilarna som transporterar farligt gods och fördelningen mellan olika ADR-klasser på sträckan antas det följa Sveriges nationella statistik. Andelen farligt gods uppskattas till 3 %.

Olyckskvoten Q baseras på Vägverkets modell för olycka med tunga fordon (1998). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25 % för respektive farligt godsklass. Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell A - 1.

Tabell A - 1. Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på E6.

	E6
Antal lastbilar per dygn	9 400 st
Olyckfrekvens per år, farligt gods	0,08 /år
ADR 1 – Explosiva ämnen	$2,7 \times 10^{-5}$ /år
ADR 2.1 - Brandfarlig gas	$5,8 \times 10^{-3}$ /år
ADR 2.3 - Giftig gas	$3,8 \times 10^{-5}$ /år
ADR 3 - Brandfarlig vätska	$5,9 \times 10^{-2}$ /år
ADR 5 - Oxiderande ämne och peroxider	$1,9 \times 10^{-3}$ /år

3(11)

A2.2 Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil

För att beräkna hur hög sannolikheten för ett utsläpp i händelse av en olycka är, studeras sannolikheten för att en tank brister. Ofta har en modell utvecklad av Statens väg- och transportforskningsinstitut och detaljerad beskriven i VTI-modellen använts för att uppskatta detta (Statens räddningsverk, 1996). I senare studier har man konstaterat att en del av underlaget och antaganden som modellen bygger på innebär stora osäkerheter för resultatet av beräkningarna (Alvarsson & Jonsson, 2016).

Till exempel har andelen singelolyckor motsatt effekt i VTI modellen jämfört med verkligheten. I modellen leder en hög andel till minskad beräknad frekvens, när antalet singelolyckor i själva verket utgör majoriteten av olyckor med farligt gods.

Det har konstaterats att parametern olycksindex för farligt gods, som är ett mått på sannolikheten att en tank brister, är baserad på otillräckligt underlag och trots korrigerings för hastighetsbegränsning bidrar den med betydande osäkerheter i beräkningen av frekvensen för olycka med farligt gods. Man har sett att till exempel vägrenens lutning, liksom korsningar har påverkan på sannolikheten för om tanken välter i samband med en olycka och därmed sannolikheten för utsläpp.

Sannolikheten för läckage på tank med vätska kan enligt Trafikverkets modell för Yt- och grundvattenskydd (2013) ansättas till 0,03 oavsett hastighetsbegränsning på vägen. Det är ointuitivt att hastighet inte skulle ha någon betydelse så i brist på bättre underlag används VTI-modellen med en justering för att lastbilar inte ska ha högre hastighet än 90 km/h. Detta ger värden på index för farligt godsolycka som presenteras i Tabell A - 2 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50 %.

Tabell A - 2. Sannolikhet för utsläpp givet olycka.

Hastighetsbegränsning (km/h)	50	60	70	80	90	100	110
Index för olycka med farligt gods, tunnväggig tank	0,02	0,07	0,11	0,195	0,28	0,28	0,28

Gaser transporteras under tryck i tankvagnar med större tjocklek än vätskor och därmed större tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med vätskor.

A2.3 Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell A - 3 redovisas beräknade frekvenser för respektive scenario vid olycka med ämnen från respektive ADR-klass. Sannolikhetsfördelningen för respektive scenario bygger på en sammanställning av ett flertal olika riskutredningar som utförts av ett flertal olika konsultfirmor i Sverige de senaste 5 åren.

Tabell A - 3. Sammanställning av sannolikhetsfördelningar för de olika scenarierna och beräknade frekvenser för dessa för 1 km av E6 förbi planområdet.

Klass	Scenario	Sannolikhet för scenariot givet utsläpp* (%)		
		Min	Mest troligt	Max
1	Explosion, raserade byggnader	0,01	0,1	1
	Explosion, oskyddade individer	0,01	0,1	1
2.1	BLEVE	0,1	1	2
	Jetflamma	2	6	20
	Gasmolnexplosion (UCVE)	6	30	60
2.3	Giftigt gasmoln		100 %	
3	Pölbrand	2	3	13
	Gasmolnsbrand	0,1	1,5	3
5.1	Explosion	0,004	0,01	0,04
	Brand	0,02	0,04	0,1

*För ADR-klass 1 är det är istället krockvåld och brand som kan utlösa en explosion.

A3 Händelseförlopp för olika typer av farligt gods

A3.1 Explosiva ämnen (ADR 1)

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader.

För transport av explosiva varor finns omfattande bestämmelser och restriktioner för att minska sannolikheten för olyckor och begränsa konsekvenser vid olyckor.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd än ett 10-tal meter (Göteborgs stad, 1999). Massexplosiva varor är explosiva ämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning undersöks endast transporter med massexplosiva varor eftersom dessa bedöms kunna leda till allvarligast skador, samtliga transporter med explosivämnen antas vara av denna klass.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand uppstå och sprida sig till det explosiva ämnet eller så måste de mekaniska krafterna vid kollisionen vara så stora att de utlöser en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert eftersom denna typ av statistik inte finns att tillgå.

Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändigt brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosiva ämnen att brinna upp istället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna antas som en ingenjörsmässig bedömning konservativt till i medel 50 %. På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Det är dock mycket ovanligt med så stora laster eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosiva ämnen. Hur stora laster som ingår i konsekvensberäkningar varierar mellan olika utredningar och bygger på ingenjörsmässiga bedömningar (WUZ 2016, WSP 2016). Detta påverkar fördelningen för konsekvensavstånden.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. Konservativt görs en ingenjörsmässig bedömning i de flesta

riskutredningar att 0,2 % av trafikolyckorna är tillräckligt kraftiga för att orsaka en explosion.

A3.2 Tryckkondenserade gaser (ADR 2)

Tryckkondenserade brandfarliga och giftiga gaser transporteras i tjockväggiga tankar vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en olycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska- och topografiska förhållanden inom planområdet.

Sannolikheten för utsläpp från tjockväggig tank antas varieras mellan 0,2 % och 2 % (mest troligt 1 %). Därefter görs ett antagande om storleken på hålet. I RIKTSAM (2007) används tre hålstorlekar för att beräkna utsläppets storlek; litet (10 mm diameter), medelstort (30 mm diameter) och stort (110 mm diameter). I enlighet med VTI (1994) bedöms fördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp vara; 0,6; 0,25 och 0,15 givet ett utsläpp.

A3.2.1 Brandfarliga gaser (ADR 2.1)

Vid ett läckage av brandfarliga gaser kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning.

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt eftersom en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett, eller ett gatljus skulle potentiellt kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds har följande tre scenarier beaktats:

Jetflamma: Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman nå storlekar på från några få meter upp till 90 m. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman och dels genom värmestrålning från flammen.

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet med dysfunktionell säkerhetsventil. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en lastbil med brandfarlig gas är involverad.

Gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion: Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Ett gasmoln kan då driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mängder gas i gasmolnet och gasen måste vara väl omblandad med luft så att explosiva koncentrationer uppstår. En spridningsvinkel för gasmolnsbrand antas konservativt till 45°.

A3.2.2 Giftiga gaser (ADR 2.3)

Farligt godsclass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar. I denna riskutredning antas alla vindriktningar vara lika sannolika.

Beräkningar av sannolikheter för utsläpp givet en farligt godsolycka och hålstorlek är detsamma som för brandfarliga gaser och redovisas ovan.

Spridning av gasmoln påverkas till stor del av rådande väderförhållanden. Beroende på bland annat vindstyrka och solinstrålning påverkas riktning och gaskoncentration. Gasmolnet sprids som en plym vars form är beroende av ett flertal faktorer, bland annat källstyrka och vindstyrka. Vid högre vindstyrkor blir plymen längre och smalare och vid lägre vindstyrkor blir plymen bredare men kortare (WSP 2016). Siffror för spridningsvinkel som redovisas i olika rapporter varierar mellan 15° (Thomasson, 2017) och 60° (WSP 2016). I den här utredningen har en spridningsvinkel om 22° använts.

Ammoniak och svaveldioxid är exempel på de mer giftiga gaser som transporteras på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 25 ton gas per fordon.

A3.3 Brandfarliga vätskor (ADR 3)

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder bensin och E85 mycket snabbare än diesel. Eftersom transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska (hexan) vilket är en konservativ ansats då det är mer brännbart än bensin.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätskan är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva iväg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Denna händelse bedöms dock som osannolik och antas ske i ca 1,5 % av fallen.

Sannolikhet för antändning av vätskepöl vid olycka på väg uppskattas vanligen till ca 3 % (WSP, 2016) (WUZ, 2016) vilket precis som för järnvägstransporter baseras på den riskanalys som gjordes 1993 för Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %. Spridning av eventuellt gasmoln följer spridning enligt brandfarlig gas ovan.

A3.4 Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR 5.1 och 5.2)

Oxiderande ämnen (klass 5.1) är klassade som farliga i den mån att de kan fungera som katalysatorer vid brandförlopp men är inte brandfarliga i sig. Om ämnet kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex diesel, motorolja etc.) kan det leda till självantändning och kraftiga brand- eller explosionsförlopp.

Organiska peroxider utgör endast en marginell del av antalet försändelser med farligt gods och har ur ett riskperspektiv liknande egenskaper som oxiderande ämnen. Antalet transporter av klass 5.2 läggs därför till antalet transporter av klass 5.1

De ämnen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Även ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. När det transporteras som ADR klass 5.1 är det dock i blandningar som minskar sannolikheten för detonation så mycket att detta bedöms vara mycket osannolikt.

Genomgång av olika riskutredningar för farligt gods visar att de ingenjörsmässiga bedömningarna avseende explosion eller brand med klass ADR 5.1 och 5.2 skiljer sig relativt mycket mellan olika rapporter (WUZ 2016, Sweco 2016, WSP 2016). Gemensamt är att en uppskattning görs av sannolikhet för utsläpp av oxiderande ämnen samtidigt som ett utsläpp av organiskt material som därefter ger upphov till brand eller explosion. Sannolikheten för dessa scenarier är mycket låg och antas ske i mindre än 1 % av fallen givet utsläpp.

A4 Referenser

- Alvarsson, & Jonsson. (2016). *Examensarbete - Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola.
- Brandskyddslaget. (2015). *Risakanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.
- BRIAB. (2016). *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.
- Göteborgs stad. (1999). *Översiktsplan för Göteborg - fördjupad för sektorn farligt gods*.
- Länsstyrelsen i Skåne län. (2007). *RIKTSAM - Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg för transport av farligt gods*.
- Purdy. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*.
- Statens räddningsverk. (1996). *Farligt gods riskbedömning vid transport - Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*.
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- Thomasson. (2017). *Examensarbete - Riskreducerande åtgärder Effektivvärdering med tillämpning på transport av farligt gods*. Lunds tekniska högskola.
- Trafikverket. (2013). *Yt- och grundvattenskydd. Publikation 2013:135*.
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun*.
- VTI. (1994). *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods - Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås Stad. Borås Stad - Samhällsbyggnadsförvaltningen*.
- Vägverket. (1998). *Förorening av vattentäkt vid vägtrafikolycka*.

Innehållsförteckning

B1	Konsekvensberäkningar	2
B1.1	Typ av utbredning	2
B1.2	Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd	3
B1.3	Beräkning av areor för samhällsrisk	3
B1.4	Persontäthet	4
B1.5	Sannolikhet att omkomma inne/ute	4
B2	Sammanställning över konsekvensavstånd	5
B3	Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser	7
B4	Referenser	9

B1 Konsekvensberäkningar

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg.

1. Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada har fastställts för a) tryckpåverkan vid explosion, b) värmestrålning vid brand samt c) förgiftning vid exponering av giftig gas.
2. Avstånden inom vilka dessa kriterier uppnås för de allvarligaste scenarierna för varje godsklass har uppskattats.
3. Avstånden har kompletterats med intervall från sammanställningar över konsekvensavstånd från flera riskbedömningar från olika källor.

B1.1 Typ av utbredning

Beroende på typ av ämne som är inblandat blir utbredningen av konsekvensområdet runt olyckan olika. En del av de möjliga scenarierna påverkas av vindriktning och väderförhållanden medan andra beror på vilket håll ett läckage är riktat mot. För att beräkna risken för det planerade planområdet används värdena i Tabell B - 1. Typ av spridningsutbredning.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet.

Tabell B - 1. Typ av spridningsutbredning.

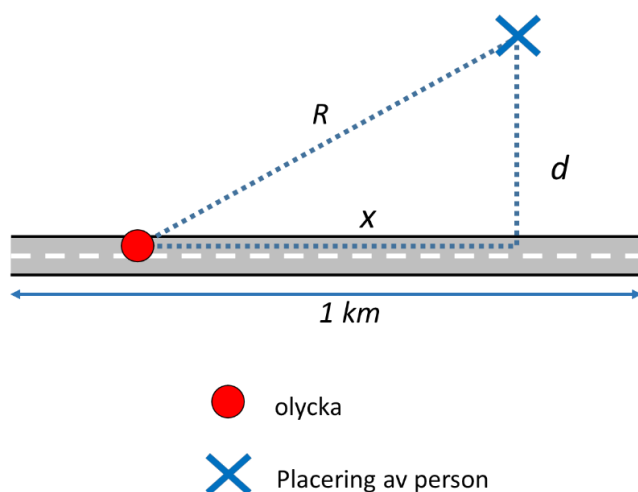
Konsekvens	Spridning	Beräkningsfaktor
BLEVE	Alla riktningar	1
Jetflamma	En av sidorna och uppåt. Spridningsriktning beror på var hål uppstår.	2/3
Gasmolnsbrand	I vindriktningen 45°	45/360
Gasmoln, giftig gas	I vindriktningen 22°	22/360
Pölbrand	Alla riktningar	1
Oxiderande ämne	Alla riktningar	1

B1.2 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför görs en korrigering för att räkna ut hur stor andel av frekvensen (som gäller på hela sträckan) som bidrar till individrisken på ett visst avstånd från vägen. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur B - 1:

$$\text{Andel av frekvensen för hela sträckan} = \frac{2 \cdot x}{1 \text{ km}}$$

$$x = \sqrt{(R^2 - d^2)}$$



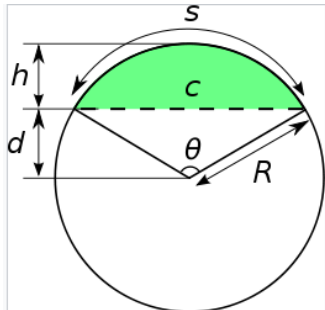
Figur B - 1. Skiss över hur individriskbidraget beräknas för avståndet d från vägen.

B1.3 Beräkning av areor för samhällsrisk

Samhällsriskens beräknas som en summa av de areor som kan påverkas vid en olycka multiplicerat med sannolikheten per år (uppskattad frekvens) för påverkan för respektive area, detta multipliceras slutligen med befolkningstätheten som antas variera med avståndet från E6 enligt kapitel B1.4.

Samhällsriskens har uppskattats för ett område på 500 meter på var sida om E6.

Eftersom scenarierna med farligt gods har någon typ av cirkulär utbredning beräknas areorna på olika avstånd från vägen som segment av en cirkel, se Figur B - 2.



Figur B - 2. Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

B1.4 Persontäthet

Persontätheten som använts för samhällsrisikberäkningarna redovisas i Tabell B - 2.

I samhället i stort befinner sig människor till största delen inomhus, därav ansätts att 95 % (99 % nattetid) av befolkningen befinner sig inomhus på de avstånd från vägen som bostäder, kontor och hotell förekommer (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011).

Det bebyggelsefria avståndet närmast vägen bedöms vara fritt från personer. På väg och cykelbana ökar persontätheten och här befinner sig människor främst utomhus under både dag- och nattetid. Bebyggelsen närmast E6 utgörs inom planområdet av ett parkeringshus och tekniska anläggningar. På avstånd som motsvarar dessa byggnader bedöms persontätheten öka något och andelen som befinner sig inomhus börjar öka.

Tabell B - 2. Antaganden om persontäthet som använts i beräkningarna.

Avstånd från E6 (meter)	Andel utomhus (dag)	Andel inomhus (dag)	Andel utomhus (natt)	Andel inomhus (natt)	Persontäthet per km ²
0-20	-	-	-	-	0
20-30	90 %	10 %	90 %	10 %	100
30-60	50 %	50 %	50 %	50 %	1000
>60	10 %	90 %	2 %	98 %	5 000

B1.5 Sannolikhet att omkomma inne/ute

Att befinna sig inomhus ger i många scenarier ett viss skydd, exempelvis mot värmestrålning eller gas (VROM, 2005). Vid beräkning av samhällsrisik har därför

antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell B - 3.

För ADR 1 – Explosiva ämnen och föremål är det istället omvänt så att avståndet för dödliga skador är kortare utomhus än inomhus. Avståndet för där en tryckökning är så stor att det kan leda till dödliga skador på en människa är betydligt kortare än det avstånd där väggar kan raseras och fönster splittras. Även om en person överlever en tryckvåg kan de skadas allvarligt av glassplitter eller att byggnadsdelar kollapsar. Därför används i beräkningarna två konsekvensavstånd, ett inomhus och ett utomhus men där sannolikheten att omkomma inomhus om en byggnad påverkas av explosion är 25 - 75 %.

Antaganden om att omkomma inomhus antas vara konstant inom konsekvensavståndet, vilket precis som för konsekvensavståndet utomhus är en förenkling eftersom värmestrålning, tryckpåverkan och giftiga koncentrationer avtar med avståndet. För de flesta scenarier antas den fördelning som redovisas i Tabell B - 3 vara en konservativ uppskattning, speciellt på längre avstånd, då byggnader bör ge gott skydd.

Tabell B - 3. Sannolikhet att omkomma inomhus vid de konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

Scenario	Sannolikhet att omkomma inomhus*
ADR 1 – Explosion, raserade byggnader/splitter	25-75 %
ADR 2.1 – Jetflamma, gasmolnsbrand, BLEVE	25-75 %
ADR 2.3 – Giftigt gasmoln	5-15 %
ADR 3 – Gasmolnsbrand, pölbrand	25-75 %
ADR 5 – Brand, explosion	25-75 %

* Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

B2 Sammanställning över konsekvensavstånd

Konsekvensavstånd för olika scenarier vid utsläpp av farligt gods har beräknats i många olika riskanalyser i Sverige. Flera konsultfirmor i Sverige med specialister inom riskanalys av farligt gods har utarbetat egna modeller för konsekvensberäkningar.

Eftersom det finns olika sätt att göra dessa beräkningar, och att inparametrar kan väljas olika, finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige

5(9)

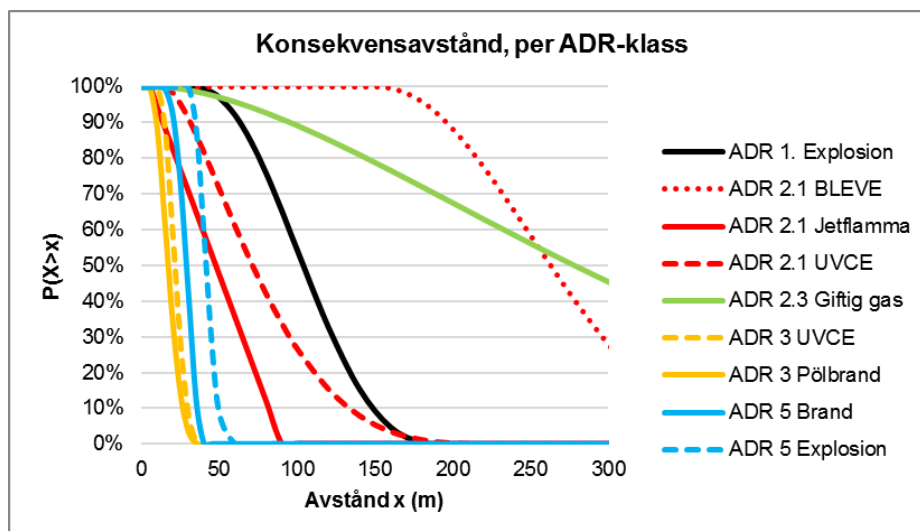
(Sweco, 2016; WUZ, 2016; WSP, 2016; Briab, 2016; Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarioer uppskattats, se Tabell B - 4. Tabellen åskådliggör vilka scenarier som kan uppkomma kopplat till respektive klass och konsekvensavstånd för dessa scenarier. Avstånden har använts som ingångsparametrar i beräkningarna av individ- och samhällsrisk.

Eftersom det finns anledning att tro att mindre utsläpp är mer sannolika än större (VTI, 1994) påverkas sannolikhetsfördelningen för konsekvensavstånden med en förskjutning mot de kortare avstånden. Detta beror på att behållarna och tankarna är utformade för att tåla påfrestningar och det därför är mer sannolikt med mindre hål än större.

Tabell B - 4. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningarna.

Klass	Scenario	Fördelning	Intervall för konsekvensavstånd (m)		
			Min	Troligt	Max
1	Explosion, raserade byggnader	Pertfördelning	30	100	200
	Explosion, direkt tryckpåverkan utomhus	Pertfördelning	10	50	140
2.1	BLEVE	Pertfördelning	100	200	450
	Jetflamma	Pertfördelning	5	40	90
	Gasmolnexplosion/UVCE	Pertfördelning	15	50	250
2.3	Giftigt gasmoln	Pertfördelning	10	200	1000
3	Pölbrand	Pertfördelning	5	15	40
	Gasmoln från avdunstning (UVCE)	Pertfördelning	10	20	40
5	Explosion	Pertfördelning	30	40	60
	Brand	Pertfördelning	10	30	40

I Figur B - 3 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.



Figur B - 3. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från E6.

B3 Farligt godsklasser som inte bedöms avseende konsekvenser

Övriga ADR-klasser, som inte beskrivits ovan, bedöms inte utgöra någon betydande risk för området och anledningarna till detta motiveras nedan.

ADR- klass 4 - Brandfarliga fasta ämnen, beräknas inte eftersom en brand med brandfarliga fasta ämnen inte bedöms spridas särskilt långt utanför olycksområdet och mängderna som transporteras på det svenska vägnätet är små.

ADR-klass 4.3 - Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten kan vid en olycka få allvarliga konsekvenser om brandfarlig gas bildas. Konsekvenser av olyckor med klassen bedöms inte för det aktuella område främst p.g.a. av två anledningar. Den första är att det transporteras små mängder. Den andra är att olyckstypen förutsätter att ytterligare en händelse (uppblandning med vatten) ska inträffa förutom läckage och antändning. Frekvensen för en sådan olycka bedöms därmed som så liten att olyckstypen får marginell påverkan på den totala risken.

ADR-klass 6 - Giftiga och smittförande ämnen omfattar ämnen för vilka det av erfarenhet är känt eller efter djurförsök kan befaras att de vid påverkan vid ett enstaka tillfälle eller under kort tid av relativt små mängder, genom inandning, hudabsorption eller förtäring, kan vara hälsoskadliga eller leda till döden hos människor. Smittförande ämnen avser ämnen som är kända för att kunna innehålla patogener. Patogener är mikroorganismer (inklusive bakterier, virus, parasiter och svampar) eller andra smittförande substanser, exempelvis prioner, som kan orsaka sjukdomar hos människor eller djur. Det bedöms

7(9)

som osannolikt att en olycka med giftiga ämnen ger konsekvenser för omgivningen eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenser av olycka med giftiga ämnen bedöms därför inte i denna utredning.

ADR-klass 7 - Radioaktiva ämnen omfattar ämnen som kan ge upphov till strålskador, både på kort och lång sikt. Det bedöms som osannolikt att en olycka med radioaktiva ämnen skall ske eftersom transportvolymerna är mycket små. Konsekvenserna bedöms därför inte i denna utredning.

ADR-klass 8 – Frätande ämnen. Ett utsläpp av frätande ämnen (exempelvis svavelsyra eller salpetersyra) kan resultera i häftiga reaktioner vid kontakt med metall, vatten eller brandfarliga ämnen och i vissa fall även brand med strålningspåverkan och brandspridning som följd. Konsekvenserna av ett utsläpp bedöms dock vara begränsade till utsläppsplatsens närområde. Därför bedöms inte konsekvenserna av en olycka med denna klass. Åtgärder som begränsar vistelse i närområdet till transportleden, skyddar mot spridning av vätskor och mot bränder skyddar även mot händelser som kan orsakas av frätande ämnen.

ADR-klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål omfattar ämnen och föremål som utgör en fara under transport, vilka inte omfattas av definitionen för andra klasser. Exempel på ämnen och föremål är miljöfarliga ämnen, litiumbatterier, vattenförorenade vätskor mm. Olyckor med denna klass bedöms inte kunna ge några betydande konsekvenser och bedöms därför inte i denna utredning.

B4 Referenser

- Brandskyddslaget. (2015). *Risakanalys Härnevi 1:17, Upplands-Bro.*
- Briab. (2016). *Riskbedömning, kvarteret Siv, Uppsala.*
- Länsstyrelsen i Hallands län. (2011). *Risakanalys av farligt gods i Hallands län.*
- Sweco. (2016). *Riskutredning Riddersvik studentbostäder.*
- VROM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment.*
- WSP. (2016). *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö kommun.*
- VTI. (1994). *Vägtransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor.* Väg- och transportforskningsinstitutet.
- WUZ. (2016). *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods - översiktlig risakanalys för väg och järnväg i Borås stad.*