

RAPPORT

ALM-SMÅA AB/WÄSTBYGG PROJEKTUTVECKLING AB

Riskutredning farligt gods Årstafältet 4B

UPPDRAGSNUMMER 13010282

RISKUTREDNING MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS VID NY DETALJPLAN



VERSION 2.0

2020-03-09

SWECO ENVIRONMENT AB

MARTIN BJARKE
LINDA RUNDAL

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.2 | Syfte och mål | 1 |
| 1.3 | Riskdefinition | 2 |
| 1.4 | Tillvägagångssätt och avgränsningar | 2 |
| 2 | Riktlinjer | 5 |
| 2.1 | Länsstyrelsen i Stockholms län | 5 |
| 2.2 | Kriterier för värdering av risk | 6 |
| 2.3 | Trafiksäkerhet | 8 |
| 3 | Områdesbeskrivning | 10 |
| 3.1 | Planförslaget | 11 |
| 3.2 | Vindriktning | 11 |
| 4 | Risikanalys farligt gods på Huddingevägen (väg 226) | 13 |
| 4.1 | Riskidentifiering | 13 |
| 4.2 | Beräkningsförutsättningar | 17 |
| 4.3 | Individrisk | 18 |
| 4.4 | Samhällsrisk | 19 |
| 4.5 | Osäkerheter och känslighetsanalys | 21 |
| 5 | Riskvärdering | 24 |
| 5.1 | Diskussion kring riskreducerande åtgärder | 24 |
| 5.2 | Åtgärdsförslag för respektive markanvändning och skyddsavstånd | 29 |
| 6 | Slutsatser och åtgärdsförslag | 31 |
| 7 | Referenser | 32 |

Bilagor

Bilaga A – Sannolikhetsberäkningar

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

1 Inledning

I samband med detaljplanering för den nya bebyggelsen vid Årstafältet har Sweco fått i uppdrag av Alm-Småa AB och Wästbygg Projektutveckling AB att genomföra en bedömning av risker för människor inom utredningsområdet.

Detaljplanen syftar till att bygga cirka 250 hyresrätter och en grundskola för årskurserna F-9, för cirka 900 elever. Planen reglerar dock inte antalet hyresrätter i detalj, det faktiska antalet lägenheter beror slutligen av lägenhetstorlekar och komposition. Antalet lägenheter alltså kan variera när området väl bebyggs.

Skolbyggnaden föreslås mot norra huvudgatan och med skolgård mot parken och omgivande bebyggelse. Bostäderna planeras i kvarter intill Huddingevägen i öster. De byggnader som ligger utmed Huddingevägen planeras bli högre än de in mot skolgården för att skydda mot buller från Huddingevägen.

1.1 Bakgrund

Stockholm växer och behovet av bostäder med god anslutning till kollektivtrafik är stort. Därför planerar Stockholm Stad att skapa en ny stadsdel med 6000 lägenheter för omkring 15 000 personer på Årstafältet strax söder om innerstaden. Fältet utgörs idag av parkmark med öppna gräsytor, kolonilotter och områden för idrott och rekreation. Det centrala läget som bostäderna kommer hamna i, i kombination med till parkområdet som ska finnas kvar och förbättras, gör att fördelarna med utbyggnaden av området konstaterats väga upp de negativa konsekvenserna. Arbetet sker i flera etappområden och denna rapport avser bebyggelse i etapp 4B.

Planområdet ligger längs med Huddingevägen som är en sekundär transportled för farligt gods. En sekundär transportled är inte avsedd för genomfartstrafik men det kan gå lokala transporter av farligt gods mellan de primära genomfartslederna och en eller flera målpunkter.

Den föreliggande utredningen är en reviderad bedömning som utgår från en riskutredning som genomfördes år 2017 (Sweco). Resultaten i rapporten från 2017 fokuserade på det planförslag som då var aktuellt. Med anledning av att bebyggelsestrukturen och markanvändningen har förändrats har denna reviderade riskutredning tagits fram. Inventeringen av farligt godstransporter har även setts över.

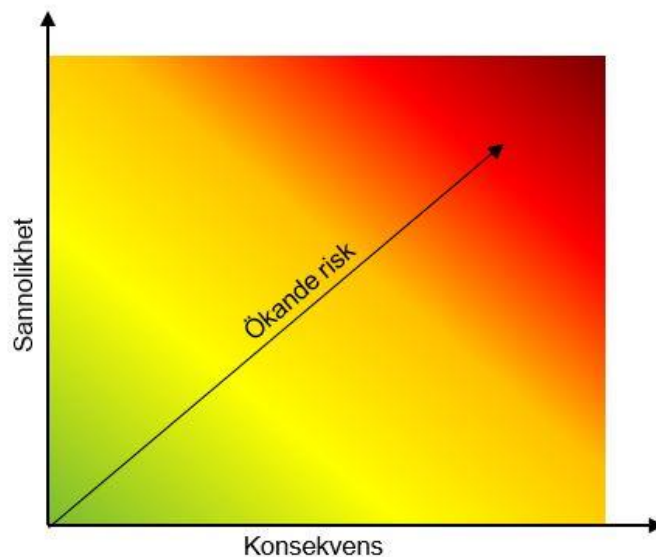
1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att säkerställa att risksituationen med avseende på identifierade riskkällor är acceptabel för människor i utredningsområdet.

Målet med riskbedömningen är att utreda förutsättningar för etablering och vilka eventuella skyddsåtgärder som behöver vidtas i detaljplanen för att uppnå en acceptabel risknivå för den planerade markanvändningen i området.

1.3 Riskdefinition

Risk brukar normalt definieras som en sammanvägning av sannolikheten för en oönskad händelse och konsekvensen av denna händelse. Sannolikheten beskriver hur troligt det är att oönskade händelsen inträffar och konsekvensen beskriver omfattningen av de skador som kan uppstå. Figur 1 illustrerar hur risken ökar med ökande sannolikhet och/eller konsekvens av en händelse.



Figur 1. Ökande risk beroende av sannolikhet och konsekvens.

1.4 Tillvägagångssätt och avgränsningar

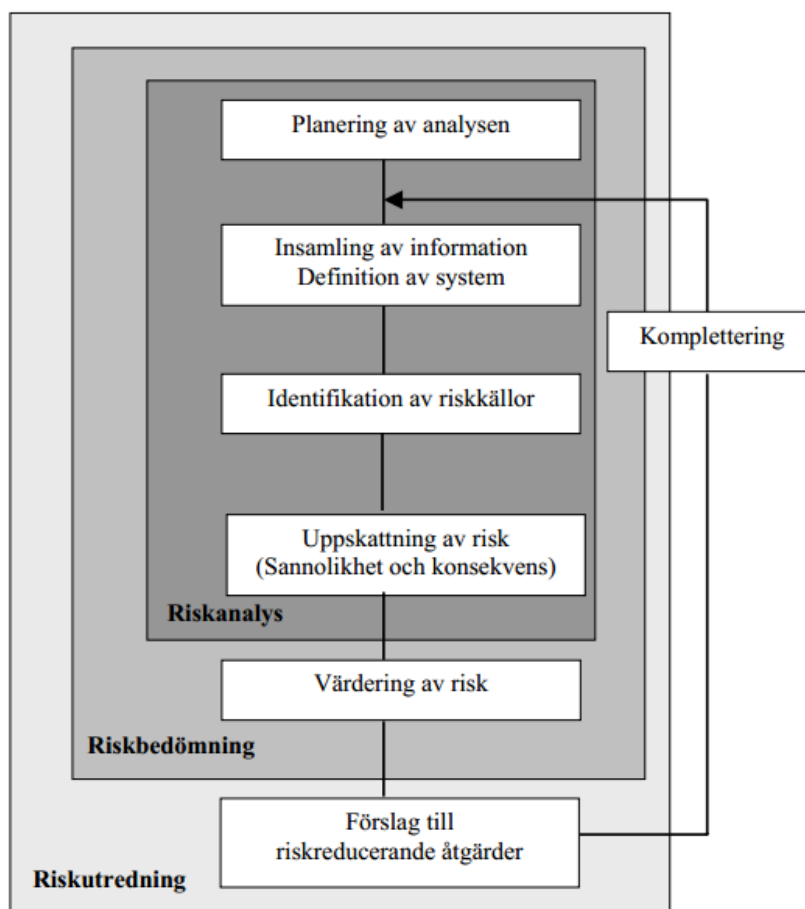
Utredningen omfattar trafikolyckor med farligt gods på Huddingevägen förbi Årstafältet.

Denna riskutredning omfattar eventuella tillståndspliktiga farliga verksamheter och transport av farligt gods inom utredningsområdet och 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

Se Figur 2 för principskiss över arbetsgång.



Figur 2. Principskiss för innehållet i en riskutredning (källa: SÄIFS 2000:2).

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. Målet 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. Samhällsrisk 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 för olycka med farligt gods och händelseträd redovisas mer utförligt i Bilaga A och Bilaga B. Konsekvensberäkningar redovisas i Bilaga B. Vilka intervall och sannolikhetsfördelningar som använts redovisas i Bilaga A och B.

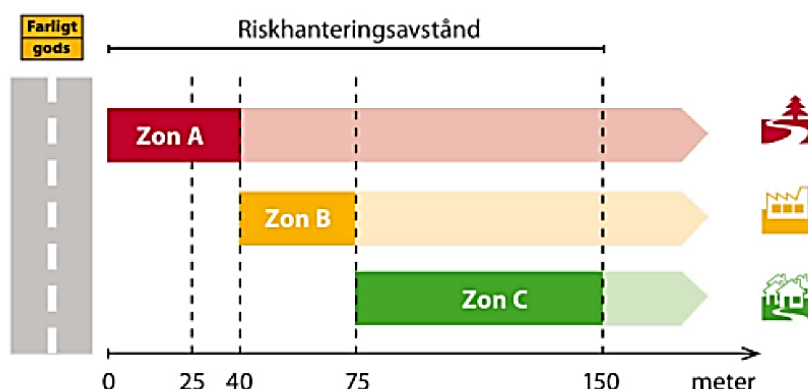
Beräkningarna har gjorts med Monte Carlo-simuleringar, vilket innebär att sannolikhetsfördelningar har antagits för de ingående parametrarna vilket till skillnad från medelvärdesberäkningar ger möjlighet att redovisa osäkerheter och känslighetsanalys på ett mer utförligt sätt. Simuleringar med 5000 iterationer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

2 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. Nedan presenteras översiktligt de riktlinjer som Länsstyrelsen i Stockholms län har publicerat avseende vilka skyddsavstånd de rekommenderar mellan bebyggelse och transportleder för farligt gods.

2.1 Länsstyrelsen i Stockholms län

Länsstyrelsen Stockholm publicerade 2016 *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Där bedöms att risker från vägar med transport av farligt gods bör utredas om utredningsområdet ligger inom ett avstånd på 150 meter. För bebyggelse intill en primär led för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på 75 meter för bostäder (se Figur 3).



Figur 3. Zonindelning för markanvändning intill transportleden för farligt gods enligt skriften "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).

För sekundär led för farligt gods konstaterar Länsstyrelsen i de publicerade riktlinjerna att det är "svårt att göra en allmängiltig vägledning för sekundära leder eftersom riskbilden kan variera väldigt mycket mellan olika leder". I riktlinjerna anges dock att det behövs ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter till markanvändning så som bostäder, vård, handel, skola och kontor.

Generellt anser Länsstyrelsen att det är lämpligt att jämföra framräknad individ- och samhällsrisk med de förslag på acceptanskriterier som presenteras i Räddningsverkets rapport Värdering av risk (1997) då dessa har blivit vedertagna under senare år och det för tillfället saknas bättre underlag. Samhällsrisk gäller då i första hand i områden med hög exploateringsgrad eller personintensiva verksamheter.

2.2 Kriterier för värdering av risk

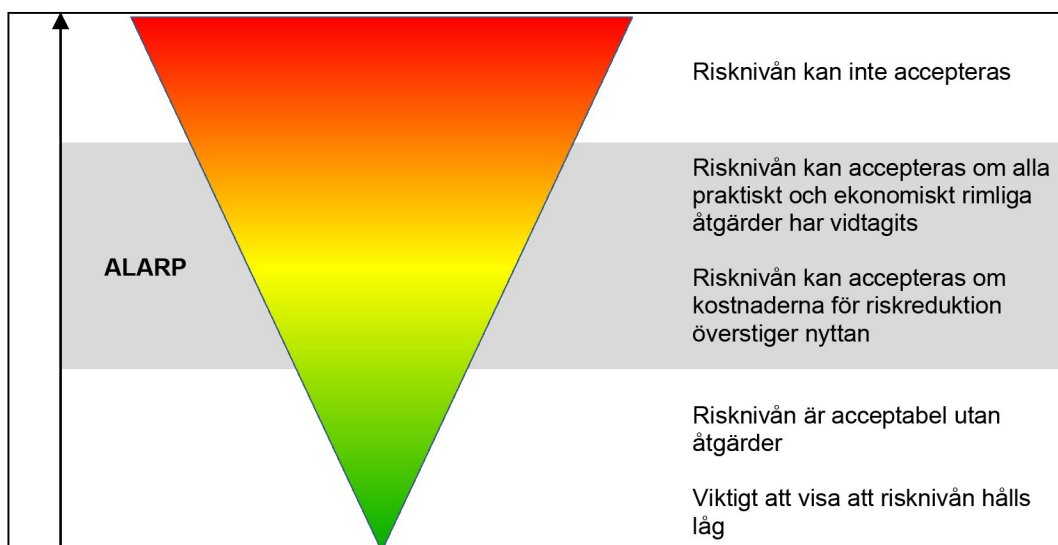
Följande vägledande skälighetsprinciper för riskvärdering presenteras i Räddningsverkets¹ rapport Värdering av risk (1997):

- **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 begränsande konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskaps-resurser än i katastrofer.

I rapporten anges kriterier för värdering av risker från farlig verksamhet och transporter. Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall (se Figur 4). Kriterierna utgörs av en oacceptabel gräns, ovanför vilken risknivån måste sänkas för att kunna accepteras, och av en undre gräns, under vilken risknivån är acceptabel utan vidare åtgärder. Däremellan finns ett område där praktiskt och ekonomiskt rimliga åtgärder ska vidtas, området benämns i branschen för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable²):

¹ Nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

² Engelska, ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.



Figur 4. Illustration över risknivåer för ALARP-området (Räddningsverket, 1997).

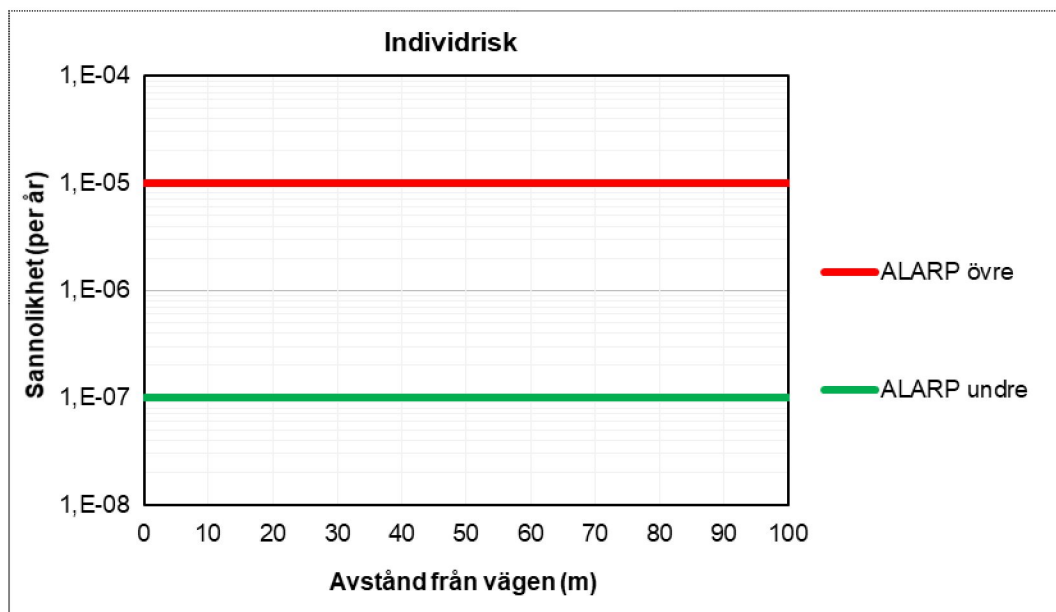
Nedanstående acceptanskriterier har använts som underlag vid bedömning om riskerna inom det aktuella området bör reduceras genom åtgärder.

För individrisk föreslås övre gräns för ALARP-området 10^{-5} per år och nedre gräns för ALARP-området 10^{-7} per år (se Tabell 1 och Figur 5) (Räddningsverket, 1997).

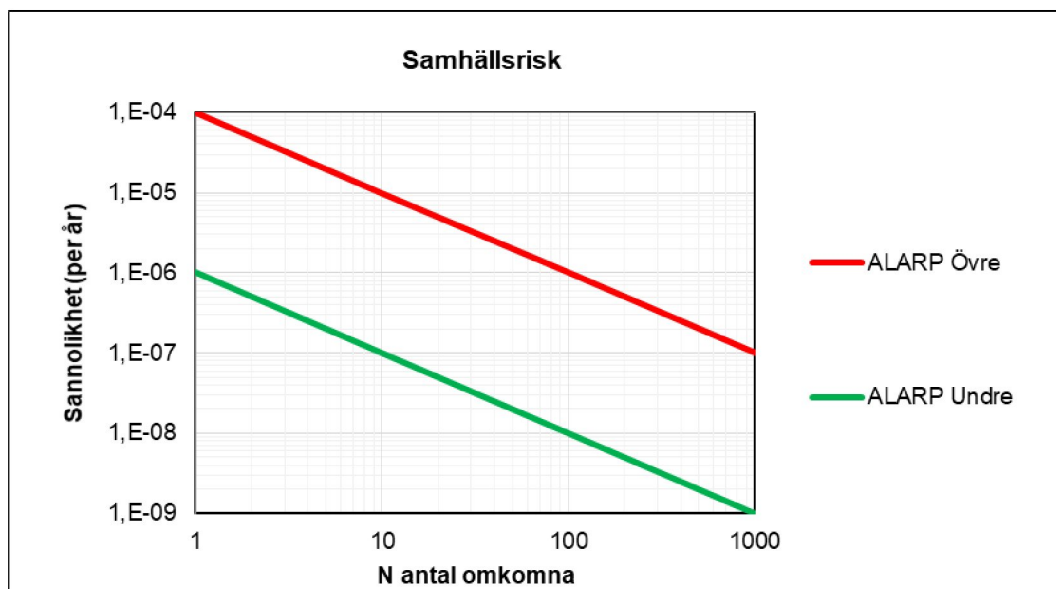
För samhällsrisk föreslås för ett dödsfall en övre gräns för ALARP-området på 10^{-4} per år och nedre gräns för ALARP-området på 10^{-6} per år (se Tabell 1) (Räddningsverket, 1997). Sammantaget ger detta kriterier för en sträcka på 1 kilometer enligt Figur 6.

Tabell 1. Föreslagna acceptanskriterier för individ- och samhällsrisk (Räddningsverket, 1997).

| Kriterium | Sannolikhet |
|--|-----------------------------------|
| Övre gräns för acceptabel individrisk (där åtgärder måste vidtas) | 10^{-5} per år |
| Undre gräns för individrisk acceptabel (där risken kan anses vara liten) | 10^{-7} per år |
| Övre gräns för acceptabel samhällsrisk | 10^{-4} för ett dödsfall per år |
| Undre gräns för acceptabel samhällsrisk | 10^{-6} för ett dödsfall per år |



Figur 5. Föreslagna acceptanskriterier för individrisk (Räddningsverket, 1997)



Figur 6. Föreslagna acceptanskriterier för samhällsrisk för en 1 kilometer lång sträcka med exponering på båda sidorna av riskkällan (Räddningsverket, 1997).

2.3 Trafiksäkerhet

Enligt väglagen (1971:948) får det inte utan Länsstyrelsens tillstånd uppföras byggnader, göras tillbyggnader eller utföras andra anläggningar eller vidtas andra sådana åtgärder

8(32)

RAPPORT
2020-03-09
VERSION 2.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B

som kan inverka menligt på trafiksäkerheten inom 12 meter från väg. Länsstyrelsen kan, om det är nödvändigt med hänsyn till trafiksäkerheten, föreskriva att avståndet ökas, dock högst till 50 meter.

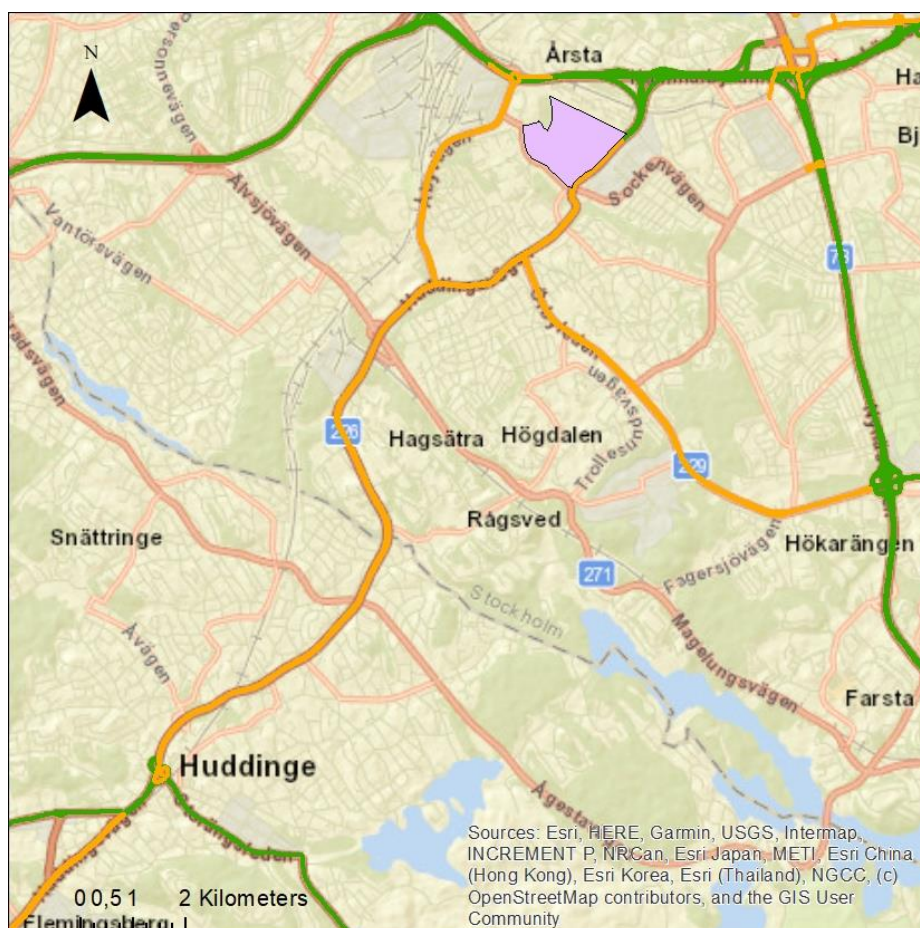
Det finns i dagsläget inget beslut om utökat byggnadsfritt avstånd att ta hänsyn till för området vid Huddingevägen (Trafikverket, 2015-03-30).

3 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet är en del av Årstafältet, beläget i stadsdelen Årsta strax stöder om Stockholm innerstad. Det planeras bostäder, skola och kontor inom området. De planerade husen kommer förbindas med lokalgator och promenadstråk.

Utredningsområdet angränsar till befintlig bostadsbebyggelse i norr, planerad bebyggelse i väst och syd och till Huddingevägen (väg 226) i öst. Huddingevägen, som sluter an till Södra länken öster om Årstafältet, är rekommenderad sekundär transportled för farligt gods (NVDB 2016). Vägen har två körfält i respektive riktning, där norr- och södergående fält separeras med räcke. Hastighetsbegränsningen på vägen är 70 km/h.

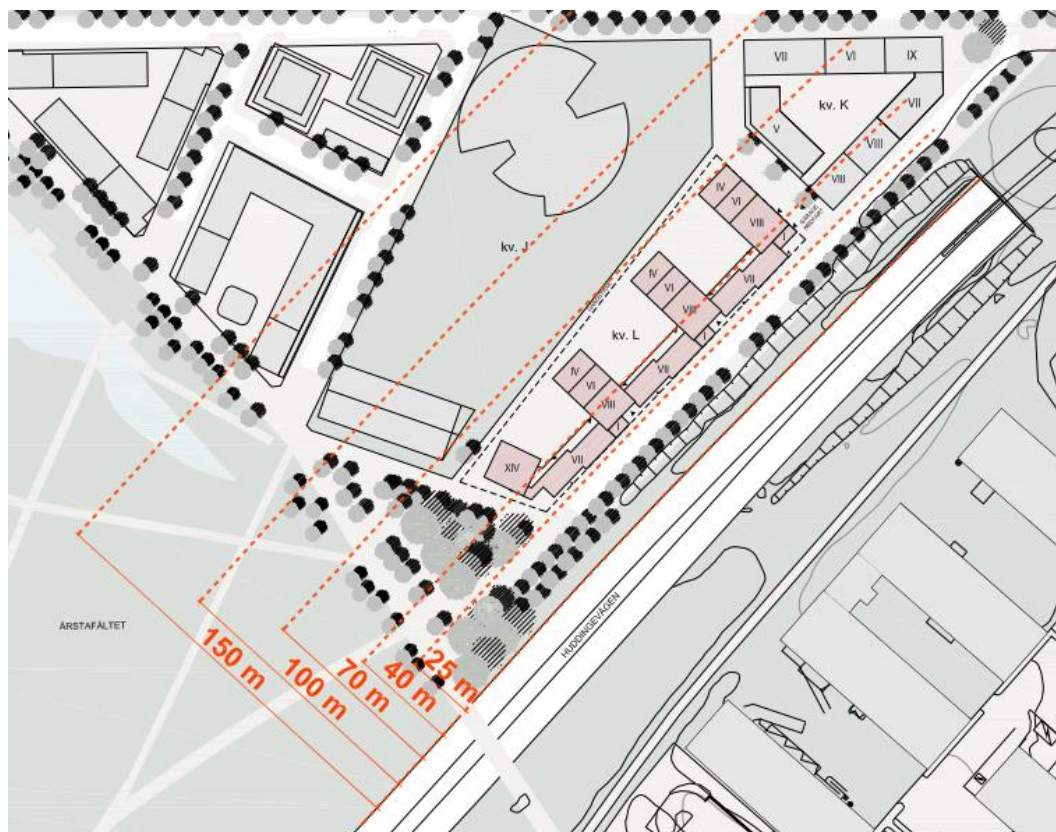
Södra länken är en tunnel som avseende farligt gods är klassad som en B-tunnel mellan tiderna 07-19 på vardagar. Det råder under dessa tider förbud mot att framför farligt gods som kan orsaka mycket stor explosion vilket inkluderar tankbilar med gasol.



Figur 7. Översiktlig karta över Årstafältets (lila område) placering i förhållande till primära och sekundära transportleder av farligt gods (gröna respektive orangea leder).

3.1 Planförslaget

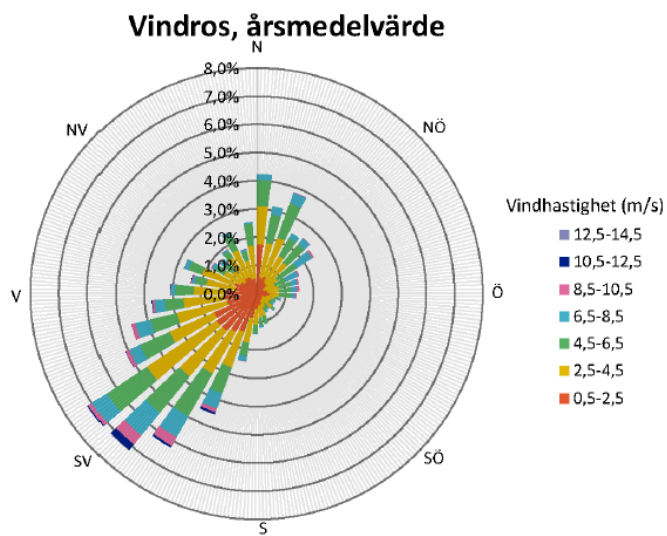
En skiss för situationsplan längs den del av det aktuella planförslaget för Årstafältet etapp 4B som ligger nära Huddingevägen visas i Figur 8



Figur 8. Situationsplansskiss över Årstafältet etapp 4B i förhållande till Huddingevägen. Avstånd från väggkant till Huddingevägen inritade med streckad röd linje.

3.2 Vindriktning

Nedan är presenteras en vindros för Bromma vindstation som tagits fram i vindstudie som gjorts för planarbetet inom Årstafältet (White 2013). Det är alltså vanligast att det blåser från sydväst, vilket innebär att olycksscenario med utsläpp av gas i de flesta fall inte kommer att drabba utredningsområdet.



Figur 9. Vindros Bromma mätstation för hela året. Medelvind 3,8 m/s.

4 Riskanalys farligt gods på Huddingevägen (väg 226)

Riskanalysens syfte är att identifiera risker och därefter förstå riskens karaktär och egenskaper. Detta innefattar att studera riskkällor, dess osäkerheter och hur riskerna påverkar skyddsobjekt i området. I detta kapitel presenteras de genomförda beräkningar för risknivån med avseende på farligt gods.

4.1 Riskidentifiering

Riskidentifieringens syfte är primärt att kartlägga de risker som har betydelse för detaljplanens genomförande. I denna riskutredning utreds endast risken från farligt gods.

Farligt gods är ämnen och produkter som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom vid en olycka alternativt felaktig hantering vid transport och lagring. Vissa ämnen utgör en mer direkt risk och andra ämnen utgör en risk först efter långvarig exponering.

Farligt gods delas enligt MSBFS 2015:1 (ADR-S) in i nio huvudklasser enligt Tabell 2.

Tabell 2. Klasser av farligt gods enligt ADR-S.

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

Det är främst farligt gods i klasserna 1 (explosiva ämnen), 2.1 (brandfarliga gaser), 2.3 (giftiga gaser), 3 (brandfarliga vätskor), 5.1 (oxiderande ämnen) samt 5.2 (organiska peroxider) som förväntas kunna leda till dödliga konsekvenser i ett akut skede på så långa avstånd att det är relevant att beakta vid fysisk planering intill transportleden. Kartläggningen av de lokala förutsättningarna för transport av farligt gods visade att det förväntas förekomma transporter av farligt gods inom klasserna 2.1, 2.3 och 3. Därför har enbart dessa inkluderats i beräkningarna för riskutredning (se bilagor).

Transporter av farligt gods på väg och järnväg ska ske enligt gällande lagar och förordningar, vilket bland annat ställer krav på transporttankar och behållare. Utformningen av dessa utgör i sig en teknisk riskreducerande barriär.

Orsakerna till utsläpp av farligt gods kan variera, det kan till exempel vara till följd av mekanisk påverkan i samband med avåkning, kollision mellan fordon, läckage från felaktiga tankar eller genom sabotage och terrorism. Normalt tas inte hänsyn till sabotage

eller terrorism i riskutredningar, däremot kan åtgärder som vidtas mot olyckor i viss mån även skydda mot sådana handlingar.

Läckage från tankar eller behållare kan förekomma utan att en trafikolycka inträffar. Om det inte upptäcks i tid kan det i värsta fall ge upphov till eskalerande förlopp med allvarliga konsekvenser. Läckage från tankar bedöms dock i första hand vara en risk som är relevant att hantera på anläggningar där fordonen parkeras eller ställs upp och i samband med lastning och lossning.

Sannolikheten för en olycka med farligt gods beror till stor del på bland annat hur mycket trafik som rör sig på vägen och hur stor andel av denna som utgörs av farligt gods. Konsekvensen av en olycka med farligt gods beror bland annat på hur många människor som befinner sig i området vid tillfället samt vad för typ av farligt gods som är inblandat i olyckan.

4.1.1 Trafikmängder

Att uppskatta hur många lastbilar med farligt gods som kör på svenska vägar är förenat med vissa osäkerheter. Det saknas detaljerad statistik över hur många transporter som sker och de undersökningar som gjorts inom Sverige visar att variationen är stor mellan olika år. Nationell statistik visar att transporter av farligt gods under år 2015 utgjorde cirka 1,4 % av det totala antalet inrikes godstransporter med svenska lastbilar (Trafikanalys, 2016). Att en okänd andel utgörs av utländska lastbilar försvårar uppskattningen av mängderna. För att uppskatta antalet transporter med farligt gods kan man antingen anta att andelen farligt gods på vägen liknar riksgenomsnittet eller utföra en lokal kartläggning. Huddingevägen är en sekundär led för farligt gods, vilket innebär att den inte är avsedd för genomfartstrafik utan för transporter till specifika målpunkter i området.

En lokal kartläggning har genomförts för att uppskatta antalet transporter med farligt gods som passerar utredningsområdet, se Figur 7.

Längs med vägen har 13 tankstationer identifierats som kan antas ha transporter med farligt gods förbi planområdet. Kontakt med tankstationerna visar att de i genomsnitt har 2–3 transporter per vecka till stationerna. I den fortsatta analysen antas att varje station genererar 4 transporter i veckan förbi planområdet vilket är en konservativ bedömning som ger utrymme i analysen för att transportererna kan komma att öka. Totalt blir det 52 transporter i veckan med brandfarlig vätska.

Även två tankställena för fordonsgas har identifierats längs sträckan. Dessa tankställena får vardera 1 transport per dag, 7 dagar i veckan, vilket blir 14 transporter i veckan. I sammanställningen i Tabell 3 görs det konservativa antagandet att alla transporter går på Huddingevägen förbi det aktuella området.

14(32)

RAPPORT
2020-03-09
VERSION 2.0
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B



Figur 10. Identifierade verksamheter som bedöms kunna föras med transporter av farligt gods via Huddingevägen.

Utöver nämnda drivmedelsstationer har en kartläggning över miljöfarliga verksamheter som kan tänkas ha transporter förbi utredningsområdet genomförts. Baserat på deras geografiska läge i förhållande till de större vägarna bedöms några av dessa verksamheter kunna generera transporter förbi utredningsområdet och andra inte.

De flesta verksamheter är av sådan art och storlek att det inte finns anledning att tro att de är målpunkt för regelbundna transporter av farligt gods av sådan typ och i sådan mängd att de skulle kunna utgöra risk för det aktuella planområdet på Årstafältet. Det kan då vara transporter av avfall (exempelvis batterier) eller transporter av mindre styckegods (sprayflaskor eller mindre behållare med miljöfarliga vätskor).

De större verksamheter som bedömts vara relevanta att titta närmare på för att utvärdera om de skulle kunna generera transporter med farligt gods förbi utredningsområdet är följande:

1. AGA (Sevesoanläggning) har en anläggning i Älvsjö. Enligt en riskanalys från 2019 (Brandkonsulten AB) tar verksamheten emot ca 3–4 transporter med brandfarlig gas (flytande naturgas) per dag. Gasen blandas och förpackas i gasflaskor. Cirka sex utgående transporter med gasflaskor sker per dygn. Inom verksamheten hanteras även acetylen, gasol och hydrogen, men endast i mindre mängd som inte beaktas i denna riskutredning.
2. Ask Chemicals Scandinavia AB (Sevesoanläggning) har en anläggning i Älvsjö. Utifrån miljörapporten bedöms inte större hantering av brandfarliga vätskor eller gaser vara aktuellt, och därmed är inte några betydande transporter av dessa aktuella.
3. Bodycote Värmebehandling AB (2.4 verksamhet) har en anläggning i Älvsjö, där det enligt uppgift från kund kommer ca 20 transporter om året innehållande brandfarlig gas, brandfarlig vätska och giftig gas.

Efter kontakt med de olika verksamheterna har en sammanställning över vilka transporter av farligt gods som sker på Huddingevägen gjorts, se Tabell 3. Antalet transporter av farligt gods kan komma att öka, därför har antalet transporter justerats utifrån kontakten med verksamheterna för att ge utrymme i analysen för en sådan ökning.

Tabell 3. Sammanställning av farligt gods transporter förbi utredningsområdet.

| ADR-klass | Kategori ämne | Antal transporter (per år) | | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|-------------|--------|
| | | AGA Gas | Bodycote Värmebehandling AB | Bensinstation | Tankstation | Totalt |
| 2.1 | Gaser, brandfarliga | 1040 | 6 | | 728 | 1774 |
| 2.3 | Giftig gas (Ammoniak) | | 10 | | | 10 |
| 3 | Brandfarliga vätskor | | 15 | 2704 | | 2719 |

Kartläggningen visar att det i genomsnitt passerar ungefär 87 transporter med farligt gods i veckan förbi utredningsområdet vilket motsvarar 12 per dygn.

Trafikverkets Vägtrafikflödeskarta visar att trafikflödet mellan åren 2004 och 2017 har varit relativt konstant kring drygt 30 000 fordon på Huddingevägen förbi planområdet. Det finns bara trafikflödesmätningar för lastbilar på Huddingevägen för åren 2016 och 2017 och under dessa år passerade ca 2500 lastbilar förbi planområdet varje dag. Eventuell

ökning av antalet transporter med farligt gods inom överskådlig tid bedöms ligga inom felmarginalen för beräkningarna och av marginell betydelse för värderingen av risknivån.

Eftersom det inte får framföras större mängder brandfarliga gaser genom Södra länken under tiden 7–19 på vardagar så är det rimligt att anta att antalet transporter av den typen förbi planområdet på Huddingevägen är begränsat. Det är rimligt att anta att de flesta transporter till AGA Gas och tankstationerna tar någon av de andra vägarna under dagtid. Det går dock inte att utesluta att det kan förekomma transporter av gasol på helger eller nattetid förbi planområdet, därför genomförs riskberäkningarna med 25 % av det uppskattade antalet transporter för brandfarlig gas. Detta bedöms vara en konservativ (försiktig) uppskattning.

4.2 Beräkningsförutsättningar

För att beräkna individ- och samhällsrisk används följande beräkningsgång:

1. Beräkning av frekvenser för trafikolycka med farligt gods på Huddingevägen
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 Huddingevägen
6. Beräkning av samhällsrisk beroende på persontäthet på olika avstånd från Huddingevägen.

Antaganden som har gjorts för beräkningar av individ- och samhällsrisk redovisas i Bilaga A och B.

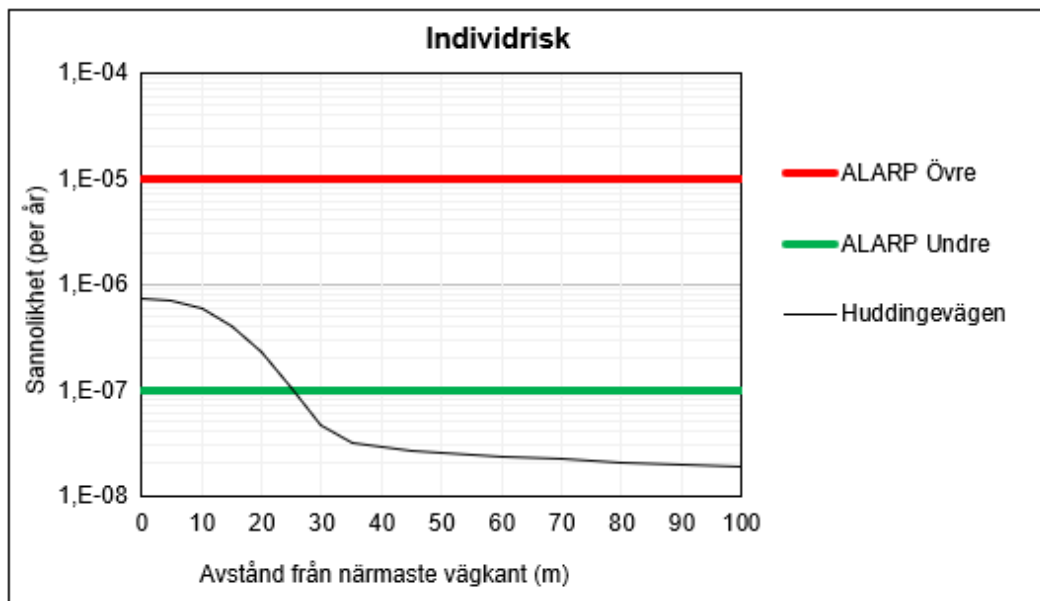
De persontätheterna som har antagits i tabellen baseras på följande resonemang:

- Inom avståndet 0–25 m från Huddingevägen är det osannolikt att personer uppehåller sig under någon längre tid. För att fånga upp att det kan passera personer på lokalgatan samt för att inte underskatta risknivåerna antas att persontätheten är 200 inv/km².
- Den bebyggelse som planeras antas innebära en persontäthet på 12 000 inv/km² vilket motsvarar tät stadsbebyggelse med flervåningshus.

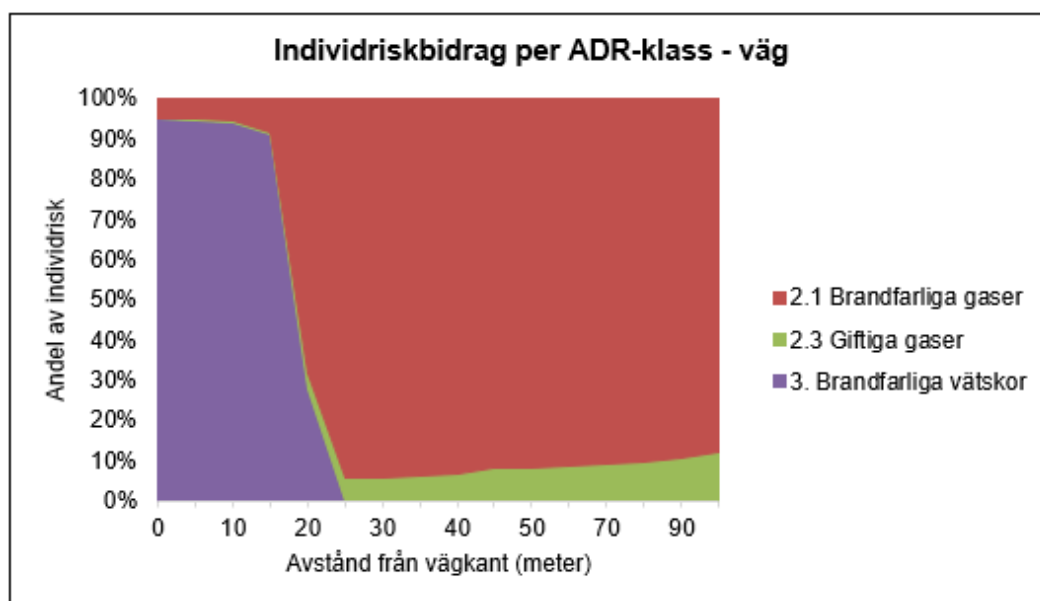
Swecos modell för beräkning av samhällsrisk görs på 1 km sträcka och för bebyggelse på båda sidor om transportleden. Detta för att kunna bedöma samhällsrisk med samma mått oavsett hur stort planområdet är. Detta innebär att tillkommande bebyggelse längs med aktuell sträcka inte bör påverka den risknivå som räknas fram, förutsatt att tillkommande bebyggelse motsvarar en liknande persontäthet som i denna riskutredning.

4.3 Individrisk

Resultatet från beräkningar av individrisk längs den aktuella delen av Huddingevägen redovisas i Figur 11. Beräkningarna visar att individrisken är inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas. I Figur 12 illustreras vilken ADR-klass som bidrar mest till individrisken på olika avstånd från Huddingevägen.



Figur 11. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods på Huddingevägen.

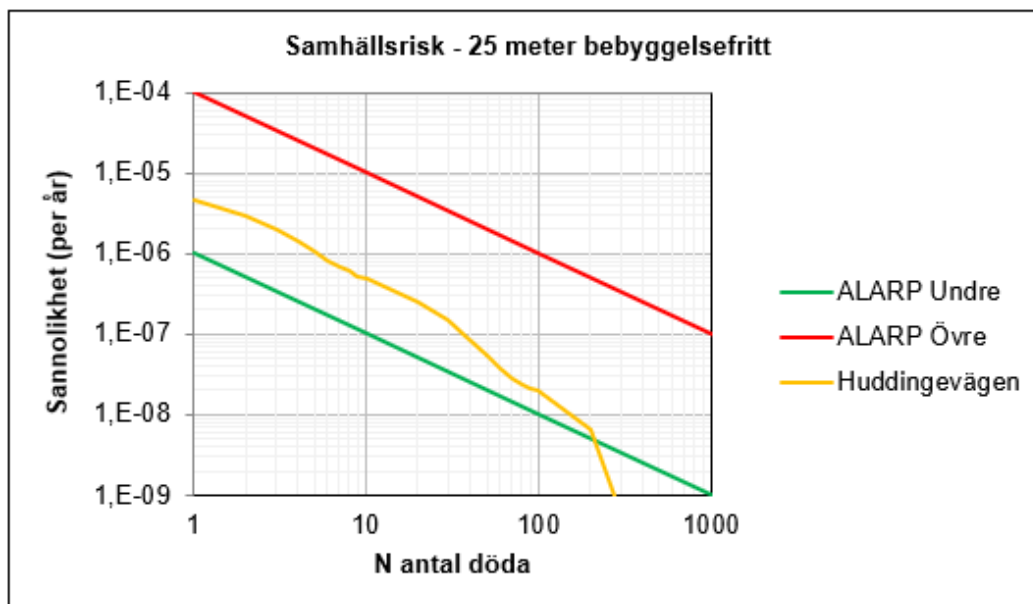


Figur 12. Individriskbidrag per ADR-klass från farligt gods som transporteras på Huddingevägen.

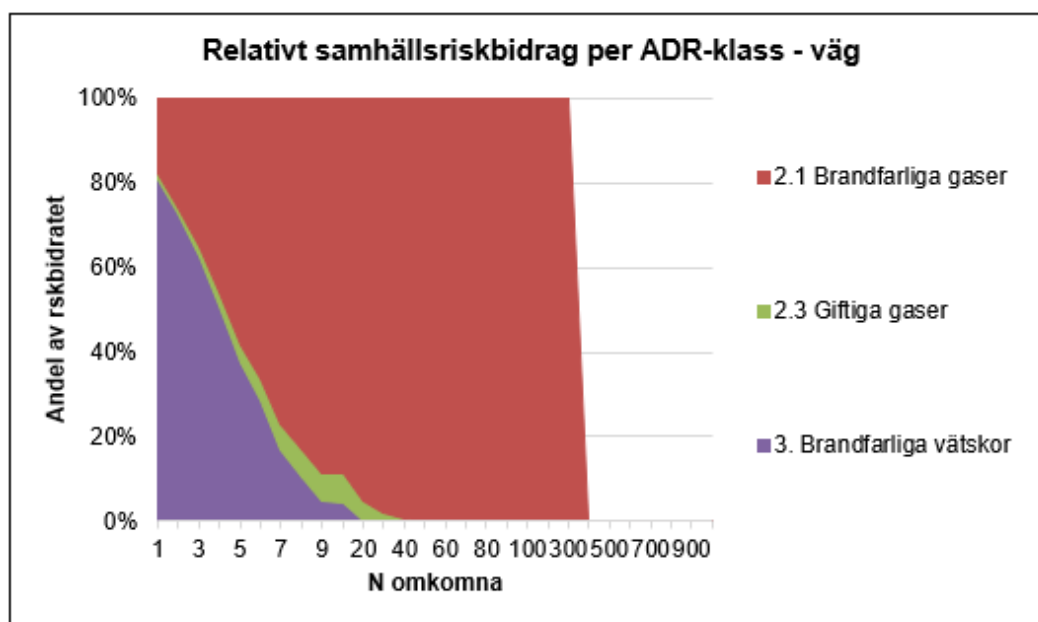
4.4 Samhällsrisk

Samhällsrisk har beräknats för ett område inom 150 meter från Huddingevägen och resultatet presenteras i Figur 13. Det relativa samhällsriskbidraget per ADR-klass illustreras i Figur 14.

Resultatet av beräkningen visar att samhällsrisk för Huddingevägen ligger inom ALARP-området, det vill säga risknivån kan anses vara acceptabel om rimliga skyddsåtgärder vidtas.



Figur 13. Beräknad samhällsrisk för Huddingevägen.



Figur 14. Relativt samhällsriskbidrag per ADR-klass för Huddingevägen.

4.5 Osäkerheter och känslighetsanalys

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk är förknippad med osäkerheter, t.ex. avseende uppskattade godsmängder, sannolikheter för identifierade olyckshändelser och konsekvenser varav några diskuteras nedan.

Variationen som ligger till grund för känslighetsanalysen och osäkerhetsintervallen är i huvudsak baserade på bedömningar av osäkerheten och inte grundad på någon egentlig statistisk spridning.

4.5.1 Konservativa antaganden

Flera konservativa antaganden har gjorts, det vill säga sådana antaganden som säkerställer att risknivån snarare överskattas än underskattas. Detta har gjorts för att säkerställa att riskerna inte underskattas så att tillräckliga riskreducerande åtgärder föreslås. Antagandena medför att risknivåerna i verkligheten troligen är lägre än de risknivåer som beräknats i denna utredning.

Ett exempel är att 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 (konsekvensavstånden för giftig gas bygger exempelvis på svaveldioxid, med längre konsekvensavstånd än ammoniak).

Även antagandet att alla transporter som målpunkterna tar emot går på Huddingevägen bedöms som konservativt liksom att dessa transporter är fulla.

Vidare har vindriktningen antagits alltid vara riktad mot planområdet i beräkningarna, när man studerar vindrosen i avsnitt 3.2 ser man att det är troligast att vinden är riktad bort från planområdet.

4.5.2 Förenklingar

En viktig förenkling i beräkningarna är att konsekvensavstånden som anges är sådana där det är rimligt att dödlig skada kan uppkomma och en viss procentandel antas omkomma inom detta avstånd. I själva verket är det troligen så att sannolikheten att omkomma är starkt beroende av avståndet vid ett visst scenario, men för att kunna genomföra beräkningar på detta behöver denna förenkling göras. Exempelvis bedöms det vara ca 10 % sannolikhet att omkomma inomhus vid en BLEVE inom 200 meter, men det är i själva verket mer sannolikt att omkomma närmare olyckan än längre bort.

4.5.3 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har gjorts för att beskriva hur osäkerheter i antagna indata påverkar på resultatet och vilka antagna intervall som ger störst inverkan på denna osäkerhet. Detta har gjorts genom så kallad Monte Carlo-simuleringar av individ- och samhällsrisk, vilket innebär att fördelningar antas istället för medelvärden. Därefter görs simuleringen där 5000 fall simuleras och värden plockas från fördelningarna. Som ett resultat ges en spridning i resultatet som visar känsligheten i de beräkningar som genomförs och även vilka parametrar som i störst grad påverkar resultatet.

21(32)

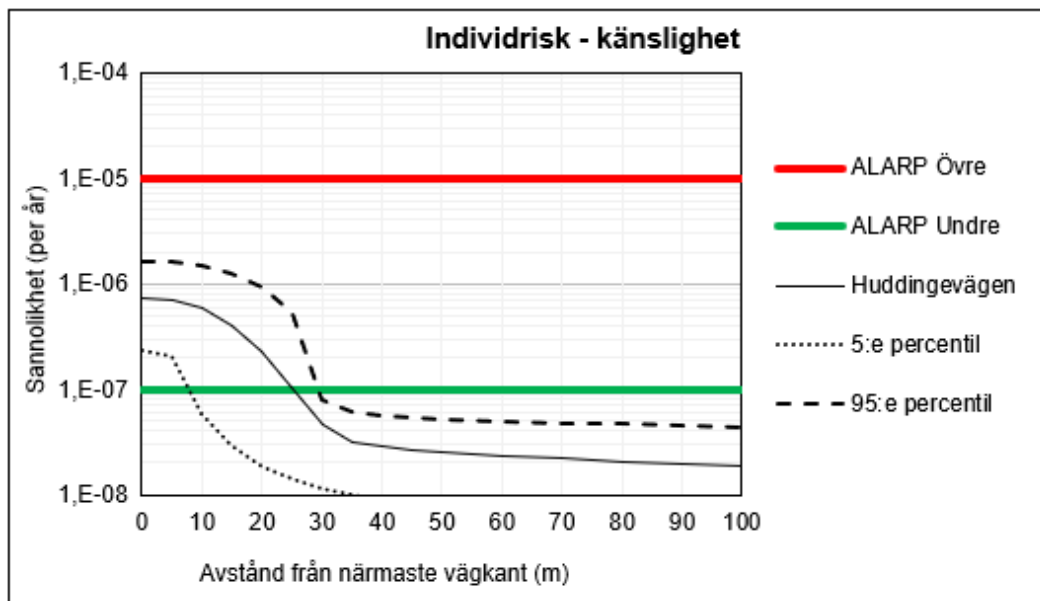
I beräkningarna av individrisk på avståndet 25 m från vägkanten bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka
- Sannolikhet för scenario pölbrand givet utsläpp

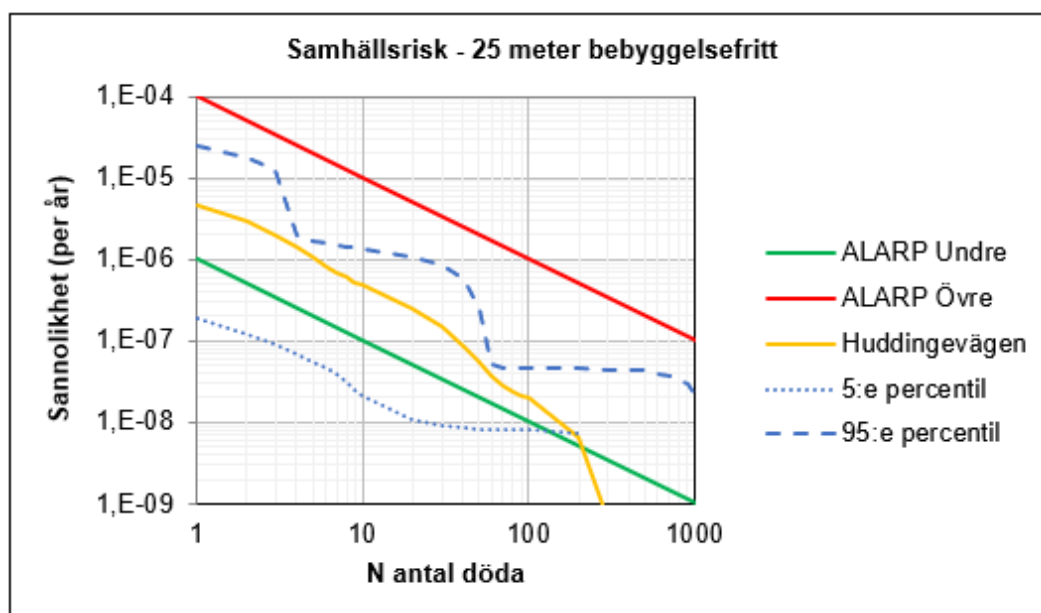
För samhällsrisk för 1 död på grund av olycka bidrar följande tre parametrar med störst variation:

- Konsekvensavstånd för scenario pölbrand
- Sannolikhet för scenario pölbrand givet utsläpp
- Sannolikheten för läckage ur tunnväggig tank givet olycka

I Figur 15 och Figur 16 presenteras individ- respektive samhällsrisk tillsammans med 5:e och 95:e percentilen av de beräknade riskmått för 5000 Monte Carlo-simuleringar.



Figur 15. Beräknad individrisk för området med avseende på farligt gods på Huddingevägen. Området mellan de grå linjerna representerar 90 % av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.



Figur 16. Beräknad samhällsrisk för Huddingevägen. Området mellan de blå linjerna representerar 90% av de 5000 simuleringar som gjorts och är alltså ett mått på osäkerheten i beräkningarna.

5 Riskvärdering

Riskvärderingens syfte är att genomföra en värdering av sannolikheterna och konsekvenserna av oönskade händelser och en värdering av de åtgärder som kan vidtas för att undanröja eller förhindra detta.

Enligt beräkningarna för individrisk och samhällsrisk hamnar risknivåerna inom det område (ALARP)³ där risken är acceptabel med tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder.

Enligt rimlighetsprincipen, se avsnitt 2.2, ska risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras alltid åtgärdas, oavsett risknivå. Val av åtgärder bör anpassas till relevanta olycksscenario och platsspecifika förutsättningar.

Det är generellt svårt att göra åtgärder utanför planområdet, exempelvis hastighetsbegränsning eller skyddsåtgärder på vägen (transportleden för farligt gods). Detta bland annat eftersom samverkan kommer att krävas med Trafikverket (eller annan markägare) som generellt är restriktiva med att genomföra åtgärder i samband med detaljplanering som påverkar vägen, särskilt med avseende på farligt gods.

5.1 Diskussion kring riskreducerande åtgärder

5.1.1 Bebyggelsefritt avstånd

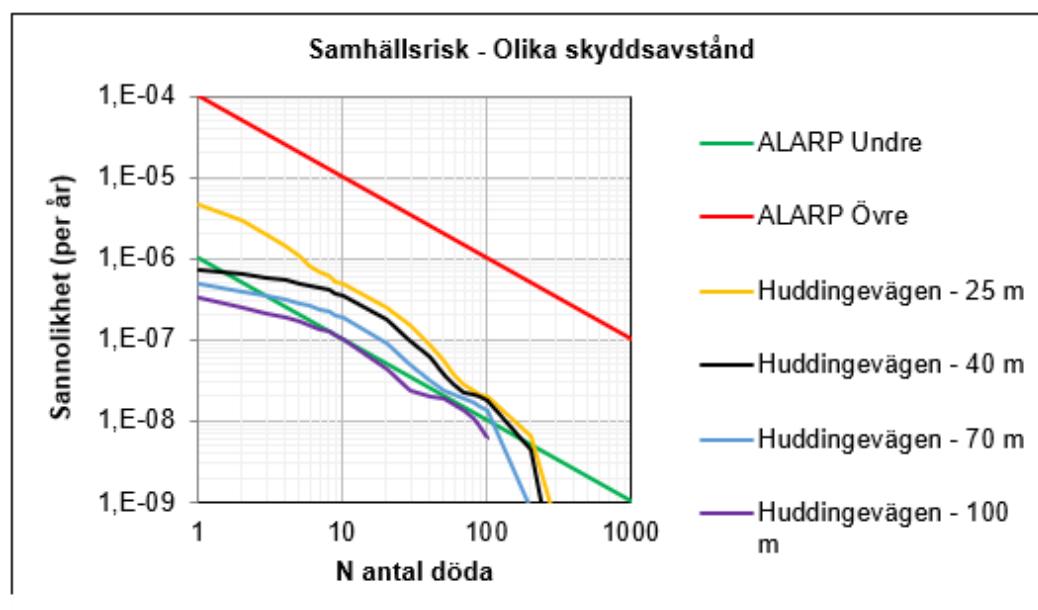
I Länsstyrelsen i Stockholms läns riktlinjer rekommenderas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter mellan väg med transport av farligt gods och markanvändning i form av till exempel bostäder, skola, kontor/handel eller tillfällig vistelse. Man poängterar att det för sekundära leder är svårt att ta fram allmängiltiga vägledningar då riskbilden kan skilja sig mycket från väg till väg, både gällande sannolikhet och konsekvenser för olyckor.

Bebyggelsefritt avstånd har den fördelen att det inte kräver något underhåll och ger ett skydd mot samtliga typer av olycksscenario. Det är en robust åtgärd, men om markvärdet är högt kan det bli relativt kostsamt. Byggnadstekniska åtgärder kan göra det möjligare att bygga närmare vägen, men ökar kostnaderna i vissa fall.

Individrisken sjunker enligt beräkningarna ovan till under ALARP vid ca 25 meters avstånd. Efter ca 40 meter minskar individrisken inte längre lika kraftigt, även om den fortsätter att minska och är på en låg nivå.

För samhällsriskens undersöks hur risknivån påverkas av olika skyddsavstånd till bebyggelse och resultatet presenteras i Figur 17. Individrisk påverkas inte av persontätheten och därmed inte av ett förändrat bebyggelsefritt avstånd, varför motsvarande inte har undersökts för individrisken.

³ As Low As Reasonably Practicable. Engelska ungefär: så låg som är praktiskt möjligt och rimligt.



Figur 17. Känslighetsanalys av hur ändrat skyddsavstånd vid Huddingevägen påverkar samhällsrisknivån.

Beräkningarna av samhällsrisk ovan visar att längre skyddsavstånd ger lägre samhällsrisk, men att risknivåerna ligger inom ALARP så länge det finns tät stadsbebyggelse inom 70 meter. Bortom 100 meter är samhällsriskerna under ALARP även med tät sammanhållen stadsbebyggelse. Det bedöms därför inte vara nödvändigt med åtgärder bortom 100 meter oavsett typ av verksamhet.

Att använda längre bebyggelsefritt avstånd än 25 meter bedöms dock inte vara motiverat eftersom det går att vidta byggnadstekniska åtgärder för att reducera risknivån ytterligare.

5.1.2 Disponering av utrymningsvägar

För att människor ska kunna utrymma byggnader på ett säkert sätt vid en olycka är det lämpligt att det finns utrymningsvägar bort från riskkällan. Att kunna utrymma byggnaden på sida bort från vägen vid en brand eller annan olycka med farligt gods bedöms vara en rimlig åtgärd oavsett risknivå och bör därför nästan alltid vidtas.

Människor tenderar att utrymma en byggnad den väg de kom in (Räddningsverket 2000) så rekommenderas att huvudentréer placeras på sida bort från riskkällan. Genomgående entréer (möjlighet att komma ut på båda sidor om byggnaden) kan också vara en lämplig lösning.

5.1.3 Brandklassad/obrännbar fasad

En fasad i obrännbart material eller i utförd med ett brandtekniskt motstånd fungerar som skydd mot värmestrålning och motverkar även att en brand sprids in i byggnaden. Den

här typen av skyddsåtgärd bedöms ge ett gott skydd mot exempelvis en pölbrand och jetflamma. Vid en större brand där det finns risk att branden sprids in i byggnad i närheten av riskkällan kan en sådan åtgärd även ge tid för utrymning. Exempelvis kan fasad och takfot utföras i obrännbart material (exempelvis brandteknisk klass A2-s1, d0) eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering (exempelvis brandteknisk klass EI 30).

Det bör uppmärksammas att om funktionskrav på brandteknisk klass ställs på hela fasaden inkluderar detta även fönster i klass EW 30 vilket innebär att fönster bara ska kunna öppnas med specialverktyg och normalt endast öppnas vid putsning eller underhåll. Det kan också ställa högre krav på utförandet och då bli dyrare än att enbart kräva fasad i obrännbart material (exempelvis tegel, stål eller glas).

Icke-brännbart material ställer därmed inte krav på tätheten eller ledningsförmåga hos fasaden. Det bedöms ändå i detta sammanhang ge ett gott skydd eftersom det i första hand är antändning av fasaden på grund av värmestrålning som bedöms vara den huvudsakliga risken.

Om fönster är öppningsbara så skulle det kunna innebära att ett fönster står öppet vid en olycka med farligt gods. Detta bedöms inte vara avgörande för samhällsrisken eftersom det är osannolikt att ett flertal fönster står öppna samtidigt mot vägen. Detta på grund av det buller som vägen innebär och att de flesta inte har fönster öppna under någon längre tid sett över hela året. Även om några fönster skulle stå öppna så bör de brandskydds krav som ställs på flerbostadshus enligt Boverkets byggregler motverka att en brand sprids snabbt inom byggnaden.

Det kan även vara så att balkongdörrar står öppna nattetid när personer sover inne i bostaden. Det rör sig om begränsade tid under året och under dygnet, och det är på samma sätt med eventuella öppna fönster en relativt låg sannolikhet att olycka med farligt gods inträffar samtidigt som någon har sin balkongdörr på vid gavel.

Det går dock inte att utesluta att det uppstår situationer där en balkongdörr eller ett fönster står öppet mot riskkällan när en olycka inträffar. Om det då samtidigt är barn eller andra personer i en bostad nära vägen som inte själva kan utrymma effektivt kan det ur ett konsekvensperspektiv vara rimligt att undvika att balkonger eller öppningsbara fönster ligger på sida mot riskkällan inom de 25 meter där individrisken är hög. Ett rimlighetsavvägande behöver göras om detta inskränker för mycket på möjligheterna att använda området inom planområdet för bostäder. Sannolikheten för ett scenario där en olycka leder till dödsfall eller allvarlig skada på grund av balkonger eller öppningsbara fönster mot riskkällan är låg, men förebyggande åtgärder kan ändå motiveras ur ett individriskperspektiv.

De krav som nu finns in Boverkets byggregler anger att i utrymmen där barn kan vistas ska öppningsbara fönster och glaspartier – t.ex. balkonginglasningar – vilkas karmunderkant sitter lägre än 1,8 meter över golvet ha säkerhetsbeslag, spärranordningar eller andra skydd som begränsar risken för att barn ska falla ut. Balkongdörrar och öppningsbara fönster där avståndet mellan glasytan och golvet är

mindre än 0,60 meter ska ha säkerhetsbeslag och spärranordningar som hindrar barn från att öppna och passera dörren eller fönstret. Detta bedöms kunna ge ett skydd även vid en olycka med farligt gods eftersom det innebär att fönster ofta har en spärr som ger en begränsad öppning. Möjligheten att vädra och tvätta fönster kan då bibehållas.

5.1.4 Ventilationsåtgärder

Koncentrationen av giftig gas är sannolikt lägre på den sida av byggnaden som vetter bort från vägen vilket förklaras av den turbulens som uppstår runt en byggnad och bidrar till att gasen blandas med luften (FOA, 1998) (Krogstad, 1986).

Flera giftiga gaser är tyngre än luft och sprids längs markytan. Även gaser som vid samma temperatur som luft är lättare kan vara underkylda vid transport eller bli mycket kalla när de läcker ur en behållare där de förvarats under högt tryck. Då kan de bete sig som tyngre än luft och stiga först när de värmts upp av omgivningen. Betydelsen av att placera ventilationsintag högt är större ju närmare riskkällan intaget ligger. På längre avstånd har gasmolnet fått en större utbredning i höjdlängd, samtidigt som koncentrationerna är lägre.

Friskluftsintagen på bebyggelse bör 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.

Det kan vara relevant att beakta att placeringen av tilluftsintag i söderläge kan öka kostnaderna för kylning av friskluft under varma dagar.

5.1.5 Räcke, vall, mur eller skärm

Beroende på lokala förhållanden (topografi, jordmån eller ytskikt) kan det vara viktigt att hålla fordonet kvar på vägbanan. Detta kan uppnås genom att använda vägräcken. För att säkerställa att en lastbil inte kör igenom eller välter över ett vägräcke krävs dock högkapacitetsräcke. Detta bedöms oftast inte vara motiverat i normal stadsmiljö, men kan vara relevant att beakta om det aktuella planområdet ligger nedanför en sluttning där vägen ligger högre upp i sluttningen.

En vall av jordmassor, mur eller skärm kan också fungera som en fysisk barriär mellan en led för farligt gods och bebyggelse. En sådan barriär kan hindra att farliga vätskor rinner mot planområdet och begränsar på det sättet utbredningen av en pölbrand. Barriären kan också ha viss skyddande effekt mot utsläpp av tunga gaser som sprids nära marken. Som följd av den turbulens som barriären skapar spås gasen också ut snabbare. Även ett dike kan ge liknande effekt som en vall eller skärm.

En hög barriär (skärm eller vall) kan i viss mån skydda mot värmestrålningen vid en pölbrand eller jetflamma. De scenarion som ingår i beräkningarna innefattar flammhöjder på mellan 10 och 30 meter. En skärm eller vall på 4–5 meter reducerar avståndet för kritisk värmestrålning för mindre bränder, men för större pölbränder eller jetflammar med högre höjd är inte effekten särskilt stor eftersom större delen av flammen ändå syns över en sådan skärm eller vall (Trafikverket 2010).

Syftet är främst att förhindra att fordon och behållare med farliga ämnen kommer närmare planområdet samt hindra utläckande ämnen från att rinna mot områden där människor vistas.

Det aktuella planområdet ligger i nivå med vägen eller något högre där vägen går ner i tunnel. Topografin är därmed gynnsam och det bedöms inte vara motiverat med några ytterligare skyddsåtgärder för att förhindra att farliga vätskor rinner mot planområdet. Det kan dock vara nödvändigt att styra detta med höjdsättning i detaljplanen om det finns anledning att tro att större schaktarbeten kan bli aktuella så att topografin påverkas. Alternativt kan vall, dike eller liknande barriär som hindrar vätska att rinna nära husen skrivas in i detaljplanen. Det bör då räcka med en normal kantstenshöjd eller dike som dimensioneras efter regnmängder på vägen. I förhållande till ett kraftigare regn rör det sig om relativt små volymer farligt vätska.

5.1.6 Ej uppmuntra till stadigvarande vistelse

Genom att inte uppmuntra till stadigvarande vistelse på de delar av planområdet som ligger mot och närmast vägen minskar risken för att människor som vistas utomhus inom planområdet skadas om en olycka med farligt gods inträffar. Exempelvis bör inte lekplatser, eller annan yta där större antal människor uppehåller sig anläggas nära riskkällan.

Detta kan styras i huvudsak av individrisken eftersom det krävs relativt stora folksamlingar för att samhällsrisken ska bli hög. Lekplatser och samlingsplatser bör därför undvikas inom 40 meter från vägen.

Balkonger och uteplatser kan också leda till att personer vistas under längre tid utomhus och kanske även väljer att av nyfikenhet betrakta en olycka från sin balkong.

5.2 Åtgärdsförslag för respektive markanvändning och skyddsavstånd

Utifrån beräkningarna av individ- och samhällsrisk längs Huddingevägen bedöms det rimligt med att ett bebyggelsefritt avstånd på 25 meter upprätthålls till bebyggelse där flertalet personer antas uppehålla sig såsom skola, bostäder, handel och kontor. Inget skyddsavstånd krävs för parkeringshus eller tekniska anläggningar.

- Att placera uteplatser, balkonger eller liknande mellan byggnader och vägen bedöms ge upphov till onödig riskexponering och rekommenderas inte inom 25 meter.

Riskreducerande åtgärder i form av planbestämmelser beskrivs i listan från a till e nedan. Vilka åtgärder som rekommenderas beror på vilken markanvändning som möjliggörs i detaljplanen. Se Tabell 4 för vilka åtgärder som rekommenderas på vilka avstånd för respektive verksamhetstyp. Avståndet räknas från vägkant på Huddingevägen.

- Farlig vätska ska hindras från att rinna mot planområdet. Detta kan uppnås genom någon av följande planbestämmelser: Genom höjdsättning i detaljplan eller genom att barriär i form av dike, vall, mur eller liknande skrivs in i detaljplanen.
- Inga oskyddade uteplatser, samlingsplatser eller liknande i riktning mot Huddingevägen.
- Ventilation ska placeras på tak eller fasad som inte vetter mot Huddingevägen.
- Utrymningsväg ska finnas på sida bort från Huddingevägen.
- Fasad som vetter mot Huddingevägen ska utföras i minst brandteknisk klass EI30 inklusive EW-klassning av fönster. Eventuella fönster ska inte vara öppningsbara.
- Fasad som vetter mot Huddingevägen ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt brandteknisk klass EI30 (fönster kan vara öppningsbara).

Tabell 4. Rekommenderade skyddsåtgärder för verksamhetstyper och avstånd från väkant Huddingevägen.

| | Verksamhetstyp | 25 – 40 m | 40–70 m | 70 – 100 m |
|-----------------------|--|--|-------------------------------------|---------------------|
| Hög känslighet | Exempelvis samlingslokaler, skola, vård, hotell och omsorg. | Acceptabelt med åtgärder a, b, c, d* och e | Acceptabelt med åtgärder c, d och f | Åtgärd c och d. |
| Medelhög känslighet | Bostäder, persontäta kontor och handel. | Acceptabelt med åtgärder a, b, c, d* och f | Åtgärd c och d. | Inga åtgärder krävs |
| Låg känslighet | Industri, lager och kontor med lägre persontäthet. Mindre handelsverksamhet där enstaka personer vistas. | Åtgärd a, c och d | Inga åtgärder krävs | Inga åtgärder krävs |
| Mycket låg känslighet | Tekniska anläggningar, parkering och trafik. | Inga åtgärder krävs | Inga åtgärder krävs | Inga åtgärder krävs |

*Inom 40 meter bör entréer vara riktade bort från vägen alternativt genomgående entréer.

6 Slutsatser och åtgärdsförslag

En tillfredsställande säkerhetsnivå vid fysisk planering med avseende på farligt gods kan uppnås på olika sätt, exempelvis genom att upprätthålla ett visst skyddsavstånd eller genom att genomföra byggnadstekniska (riskreducerande) åtgärder.

Beräkningarna av individ- och samhällsrisk längs med Huddingevägen visar på att riskerna med avseende på farligt gods ligger inom ALARP, dvs. det område där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas. Detta gäller för tätare stadsbebyggelse inom 100 meter. Bortom 100 meter ligger samhällsriskerna på en acceptabel risknivå även utan ytterligare åtgärder.

Med hänsyn till de beräknade riskerna bedöms det rimligt att ett bebyggelsefritt avstånd på 25 meter upprätthålls till bebyggelse såsom skola, bostäder, handel och kontor. Inget skyddsavstånd krävs för parkeringshus.

Utöver det bebyggelsefria avståndet rekommenderas att riskreducerande åtgärder genomförs utifrån avstånd till vägkant enligt Tabell 4.

För nuvarande utformning med bostäder rekommenderas följande planbestämmelser för husen inom 40 meter:

- a) Farlig vätska ska hindras från att rinna mot planområdet. Detta kan uppnås genom någon av följande planbestämmelser: Genom höjdsättning i detaljplan eller genom att barriär i form av dike, vall, mur eller liknande skrivs in i detaljplanen.
- b) Inga oskyddade uteplatser, samlingsplatser eller liknande i riktning mot Huddingevägen.
- c) Ventilation ska placeras på tak eller fasad som inte vetter mot Huddingevägen.
- d) Utrymningsväg ska finnas på sida bort från Huddingevägen. Entréer kan vara genomgående eller på sida bort från vägen.
- f) Fasad som vetter mot Huddingevägen ska utföras i obrännbart material (lägst brandklass A2-s1, d0) alternativt brandteknisk klass EI30 (fönster kan vara öppningsbara).

För mer känslig verksamhet (exempelvis skola) så rekommenderas även att åtgärderna c) och d) i listan ovan införs inom 100 meter från vägen och kompletteras med åtgärd f) inom 70 meter om det skulle bli aktuellt med högkänslig verksamhet inom detta avstånd.

7 Referenser

- Brandkonsulten AB. 2019. Kv Självstarten 22, Stockholm Stad. Riskbedömning.
- FOA. (1998). *Hur farlig är en ishall med ammoniak*. Försvarets forskningsanstalt, Räddningsverket.
- Krogstad, P. &. (1986). *Windtunnel modelling of a release of a heavy gas near a building*. Atmospheric Environment, Vol 20, No 5, pp 867-878.
- Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016. Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods.
- Räddningsverket 2000. Tid för utrymning vid brand.
- Räddningsverket, 1997. Värdering av risk.
- Sweco 2017. Årstafältet riskutredning. Riskutredning med avseende på farligt gods etapp 4 och 9.
- Trafikanalys, 2016. Lastbilstrafik 2015 Statistik 2016:27.
- Trafikverket 2010. Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet.
- Trafikverket. 2015-03-30. *Utökat byggnadsfritt avstånd. Stockholms län*.
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.26f506e0167c605d5691b5ac/1548865630574/Karta%20beslut%20om%20byggnadsf%C3%B6rbud%20i%C3%A4ngs%20v%C3%A4gar%20i%20Stockholms%20l%C3%A4n.pdf>
- White, 2013. Vindstudie Årstafältet, Stockholms stad.

BILAGA A - SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR

Riskutredning farligt gods Årstafältet 4B

UPPDRAGSNUMMER 13010282

RISKUTREDNING MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS FÖR ÅRSTAFÄLTET ETAPP 4B



VERSION 2

2020-03-09

SWECO ENVIRONMENT AB

MARTIN BJARKE
LINDA RUNDAL

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Inledning | 2 |
| 2 | Sannolikhet för olycka med farligt gods | 3 |
| 2.1 | Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil | 4 |
| 2.2 | Frekvens för scenario med farligt gods på väg | 4 |
| 2.3 | Typ av utbredning och konsekvensavstånd | 5 |
| 3 | Händelseförlopp vid olycka med farligt gods | 6 |
| 3.1 | Tryckkondenserade gaser (ADR 2) | 6 |
| 3.2 | Brandfarliga vätskor (ADR 3) | 7 |
| 4 | Referenser | 9 |

1 Inledning

Risikanalysen 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, det vill säga 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 genomförts i Sverige. På så vis finns en strävan mot att resultaten av riskbedömningen blir liknande jämfört med andra platser inom landet. Detta även om vissa parametrar är baserade på ingenjörsmässiga bedömningar.

Ett vanligt förekommande sätt att uppskatta sannolikheten för olika utfall vid en olycka är genom händelseträdd. Av praktiska skäl utgår metodiken från ett begränsat antal utfall. Detta trots att det egentligen handlar om ett stort (obegränsat) antal möjliga utfall. I denna rapport redovisas inte olika händelseträdd 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 och 2014, Briab 2016, Brandskyddslaget 2015). Utifrån dessa underlag, tillsammans med Swecos egna beräkningar och ingenjörsmässiga uppskattningar, har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats.

I beräkningarna har endast de parametrar som är unika för denna utredning ansatts specifikt. Dessa är:

| Väg | Huddingevägen (Väg 226) |
|---------------------------------|----------------------------|
| Hastighetsgräns | 70 km/h |
| Persontäthet 0–20 m från väg | 200 inv/km ² |
| Persontäthet >20 meter från väg | 12 000 inv/km ² |

2(9)

BILAGA A - SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR
2020-03-09
VERSION 2
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B

2 Sannolikhet för olycka med farligt gods

Sannolikheten för olycka med lastbil beräknas enligt följande ekvation:

$$P_0 = N \cdot Q \cdot L \cdot F \cdot 365$$

$$N = \text{Antalet lastbilar per dygn } (\text{ÅDT}_{\text{tung}})$$

$$Q = \text{Olyckskvot (antalet olyckor/fordonskilometer)}$$

$$L = \text{Längd för berörd vägsträcka (km)}$$

$$F = \text{Korrigeringsfaktor för antalet fordon per olycka}$$

Denna beräkning upprepas för varje ADR-klass för 1 km väg. I det här fallet är antalet lastbilar för varje typ av farligt gods någorlunda väl känd, även om det saknas detaljerad statistik över flera år. En variation på +/- 25 % antas.

Olyckskvoten Q väljs enligt Trafikverket (2013) till det nationellt vedertagna värdet på 10^{-6} per fordonskilometer. Det är en förenkling av den annars vanligt förekommande VTI-modellen, men den bedöms vara tillräckligt noggrann och enligt Trafikverket finns skäl att anta att detta är en tillräckligt bra uppskattning.

Korrigeringsfaktorn för antalet fordon per olycka (F) ansätts till 1,5 enligt Trafikverket (2013). För att få med parametern i osäkerhetsanalysen ansätts en variation på +/- 25 %.

På Huddingevägen passerar per år ungefär 450 lastbilar med brandfarliga gaser, 10 lastbilar med ammoniak och 2700 lastbilar med drivmedel (diesel, bensen, etanol). Det förekommer även transporter med enstaka gasflaskor, men konsekvensen av en olycka med enstaka gasflaskor bedöms inte påverka berört område.

Beräknade frekvenser (sannolikhet per år) för olycka fördelat på olika godsklasser redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Beräkning av olycksfrekvenser (sannolikhet per år) på Huddingevägen.

| | Huddingevägen |
|-------------------------------------|----------------------|
| Antal lastbilar per dygn | 8,7 |
| Olyckskvot | 0,8 |
| Korrigerig flera fordon | 1,8 |
| Olycksfrekvens per år, farligt gods | 5×10^{-3} |
| ADR 2.1 – Brandfarlig gas | $6,4 \times 10^{-4}$ |
| ADR 2.3 – Giftig gas | $1,4 \times 10^{-5}$ |
| ADR 3 – Brandfarlig vätska | $3,9 \times 10^{-3}$ |

2.1 Utsläpp vid en trafikolycka med lastbil

För att beräkna hur stor 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 (Ardin & Markselius 2016).

Till exempel har andelen singelolyckor motsatt effekt i VTI modellen jämfört med verkligheten, där en hög andel minskar 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 korrigering för hastighetsbegränsning bidrar den med betydande osäkerheter i beräkningen av frekvensen för olycka mer 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 2 nedan. I beräkningarna antas en osäkerhet på +/- 50 %.

Tabell 2. Sannolikhet för utsläpp givet olycka.

| Hastighetsbegränsning | 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. Sannolikhet för läckage av gas blir då $0,03 \cdot 1/30 = 0,001$.

2.2 Frekvens för scenario med farligt gods på väg

I Tabell 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 åren.

Tabell 3. Sammanställning över sannolikheten för olika scenarier givet att en tankbil är involverad i olycka och tanken har punkterats på något sätt.

| Klass | Scenario | Sannolikhet för scenariot givet utsläpp (%) | | | Beräknad frekvens Huddingevägen (per år) |
|-------|-------------------|---|--------------|-----|--|
| | | Min | Mest troligt | Max | |
| 2.1 | BLEVE | 0,1 | 1,0 | 2,0 | $2,4 \times 10^{-8}$ |
| | Jetflamma | 2 | 6 | 20 | $1,8 \times 10^{-7}$ |
| | Gasmolnsexplosion | 6 | 30 | 60 | $7,3 \times 10^{-7}$ |
| 2.3 | Giftigt gasmoln | 100 | | | $5,3 \times 10^{-8}$ |
| 3 | Pölbrand | 2 | 3 | 13 | $1,9 \times 10^{-5}$ |
| | Gasmolnsbrand | 0,1 | 1,5 | 3,0 | $6,5 \times 10^{-6}$ |

2.3 Typ av utbredning och konsekvensavstånd

Beroende på vilken 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 4.

Samtliga vindriktningar antas ha samma sannolikhet, vilket i det här fallet är en förenkling som överskattning risken något eftersom det är vanligare med vindriktning bort från utredningsområdet.

Tabell 4. Typ av spridningsutbredning.

| Konsekvens | Spridning | Beräkningsfaktor |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| BLEVE | Alla riktningar | 1 |
| Jetflamma | En av sidorna eller uppåt | 2/3 |
| Gasmolnsexplosion | Alla riktningar | 1 |
| Giftigt gasmoln | I vindriktningen 22° | $22^\circ/360^\circ=0,12$ |
| Pölbrand | Alla riktningar | 1 |

3 Händelseförlopp vid olycka med farligt gods

3.1 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 avgasen 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 punktering antas variera med hastigheten (se avsnitt 2.1). Därefter görs ett antagande om storleken på hålet.

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 luftenssyre. 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 75 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. Tryckkärlat förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från t.ex. tryckkärlat. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller pölbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlat. En BLEVE bedöms konservativt inträffa i 1 % av de olyckor där en vagn 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

6(9)

BILAGA A - SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR
2020-03-09
VERSION 2
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B

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°.

Giftiga gaser (ADR 2.3)

Farligt godsklass 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.

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 med 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). Hänsyn har tagits till detta genom att anta att plymens vinkel vid ett utsläpp kan variera med 15–60°.

Exempel på mycket giftiga gaser som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 25 ton gas per fordon.

3.2 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 baseras på den riskanalys som gjordes 1993 för

7(9)

Storbritannien (Purdy, 1993). För ett gasmoln bedöms antändningssannolikheten vara 50 %. Spridning av eventuellt gasmoln följer spridning enligt brandfarlig gas ovan.

8(9)

BILAGA A - SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR
2020-03-09
VERSION 2
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B

4 Referenser

Ardin & Markselius, 2016. *Utsläpp av farligt gods vid vägtransport – Utvärdering av modell för frekvensberäkning*. Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.

Brandskyddslaget 2015. *Risikanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.

Briab 2016. *Riskbedömning, Kvarteret Siv, Uppsala*.

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*. Karlstad: Statens räddningsverk.

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

Trafikverket, 2013. *Yt- och grundvattenskydd*. Publikation 2013:135.

WSP 2014. *Detaljerad riskbedömning för detaljplan. Transport av farligt gods på järnväg – Yllestad 1:21 m.fl., Kättilstorp*.

WSP 2016. *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö Kommun*.

WUZ 2016. *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås stad*.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR

Riskutredning farligt gods Årstafältet 4B

UPPDRAGSNUMMER 13010282

RISKUTREDNING MED AVSEENDE PÅ FARLIGT GODS FÖR ÅRSTAFÄLTET ETAPP 4B



VERSION 2

2020-03-09

SWECO ENVIRONMENT AB

MARTIN BJARKE
LINDA RUNDAL

1 Inledning

I denna bilaga beskrivs hur konsekvenserna av en olycka har beräknats.

Konsekvensberäkningarna har gjorts i följande steg:

1. Kriterier för vad som ska betraktas som risk för dödlig skada diskuteras 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 olika scenarierna för varje godsklass har beräknats.
3. Avstånden har kompletterats med intervall från sammanställningar över konsekvensavstånd från flera riskbedömningar från olika källor.

2 Kriterier för dödlig skada

Nedan (kapitel 2.1 till 2.3) redovisas de skadekriterier som använts för att bestämma avståndet inom vilket dödlig skada kan uppstå. Uppskattning av avståndet till dödlig skada baserat på dessa kriterier har använts i beräkningar av individrisk.

Som en förenkling för att göra beräkningar möjliga har konsekvensavstånden baserats på den nivå där 50 % av en population antas omkomma. För giftiga ämnen kan detta uttryckas i LC 50 (lethal concentration) eller LD 50 (lethal dose).

2.1 Explosion

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som t.ex. splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt motstår människokroppen en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion gör, speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i byggnader kan drabbas värre än personer som befinner sig utomhus. Enligt en rapport från FOA kan gränsen för direkta dödliga tryckskador vid en explosion för oskyddade personer ansättas till 260 kPa (50 % omkomna) (FOA, 1997). Vid 180 kPa förväntas 1 % omkomma och vid 70 kPa kan det uppstå allvarliga skador på oskyddade personer (lungskador).

Byggnader skyddar dåligt mot explosioner och därför antas dödligheten för personer som befinner sig inomhus i konsekvensområdet vid en olycka vara hög. För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) kan vara dödliga baseras konsekvensavståndet på 70 kPa.

2.2 Värmestrålning

Vid en brand är det vanligen värmestrålningen som orsakar dödliga skador på långa avstånd. Avståndet för dödlig värmestrålning har satts till 15 kW/m². Som jämförelse kan

anges att vid 15 kW/m² bedöms 1 % av utsatta personer omkomma efter 20 sekunder, 50 % efter 1 minut och 99 % efter 2 minuter enligt FOA (1997).

Byggnader ger inledningsvis ett gott skydd mot värmestrålning (till dess att de eventuellt antänder) och därför har sannolikheten att personer inomhus omkommer satts till 50 % i beräkningarna av samhällsrisk.

2.3 Förgiftning vid exponering för giftig gas

Vid ett utsläpp av giftiga gaser kan personer omkomma om de utsätts för höga koncentrationer av gas. Vid konsekvensberäkningarna har svaveldioxid varit dimensionerande gas. Gränsen för dödliga skador har satts vid den koncentration som motsvarar LC50 vilket för svaveldioxid är 750 ppm enligt Försvarsmakten m.fl. (2008). Vid denna koncentration kan man förvänta sig att 50 % dör om de exponeras för gasen i mer än 30 min.

Vid beräkning av koncentrationer av giftig gas uppnås betydligt lägre koncentrationer inomhus och därför antas sannolikheten att omkomma inomhus vara 10 % av sannolikheten att omkomma utomhus.

3 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, så finns det en osäkerhet i dessa konsekvensavstånd. Därför har en sammanställning gjorts med beräknade konsekvensavstånd som använts i andra riskutredningar i Sverige (Sweco, 2016; WUZ, 2016; WSP, 2016; Briab, 2016; Brandskyddslaget, 2015), och utifrån dessa underlag har ett troligt intervall för olika olycksscenarier uppskattats (Tabell B-5). 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 1. Sammanställning över uppskattade intervall för indata till konsekvensavstånd som använts i beräkningar.

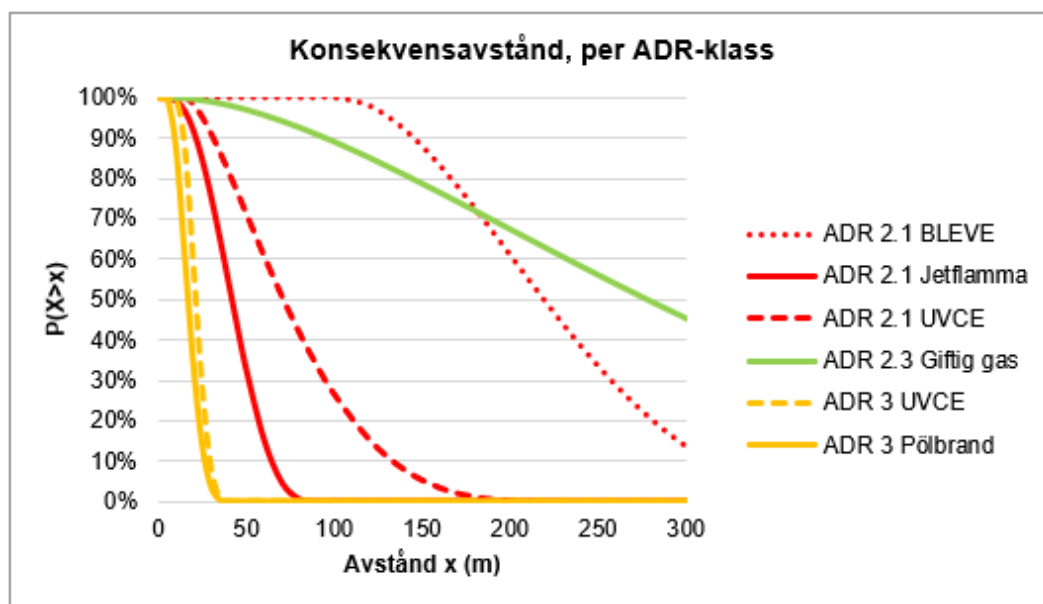
| Klass | Scenario | Fördelning | Intervall för konsekvensavstånd | | |
|-------|----------|------------|---------------------------------|---------|-----|
| | | | Min | Troligt | Max |

2(8)

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR
2020-03-09
VERSION 2
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B

| | | | | | |
|-----|---------------------------------|----------------|-----|-----|------|
| 2.1 | BLEVE | Pertfördelning | 100 | 200 | 450 |
| | Jetflamma | Perfördelning | 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 |

I Figur 1 redovisas fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger dödliga konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.

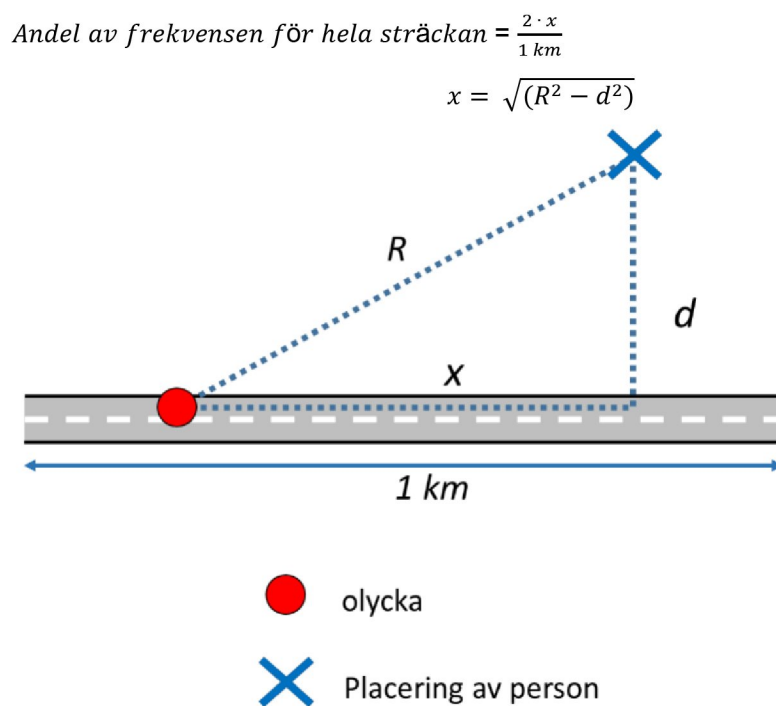


Figur 1. Fördelning över sannolikheten att ett visst scenario ger konsekvenser på ett visst avstånd från vägen.

4 Individriskbidrag beroende på konsekvensavstånd

En olycka som inträffar på sträckan (1 km) har nödvändigtvis inte ett konsekvensavstånd som verkar över hela sträckans längd. Därför så 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.

Beroende på konsekvensavståndet och typ av spridning justeras den beräknade frekvensen för att få fram individrisken på olika avstånd. Andelen beräknas enligt följande formel, med de olika avstånden förklarade i Figur 2:



Figur 2. Skiss för hur individriskbidraget beräknas för varje avstånd d .

5 Samhällsrisk

För beräkning av samhällsrisk används uppskattning av befolkningstäthet i intervall på olika avstånd från vägen och en beräkning av hur stor area som scenariot ger i varje intervall.

I Tabell 2 redovisas de intervall och den befolkningstäthet som använts i beräkningarna.

Tabell 2. Persontäthet som använts i beräkningarna.

| | Andel utomhus (dag) | Andel inomhus (dag) | Andel utomhus (natt) | Andel inomhus (natt) | Persontäthet (inv/km ²) |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Bebyggelsefritt | 100% | 0% | 100% | 0% | 200 |
| Bebyggelse (motsvarande normal tätort) | 5% | 95% | 1% | 99% | 12 000 |

Befolkningstätheten multipliceras därefter med arean som berörs inom varje intervall och ger därmed en uppskattning av antalet döda för varje scenario.

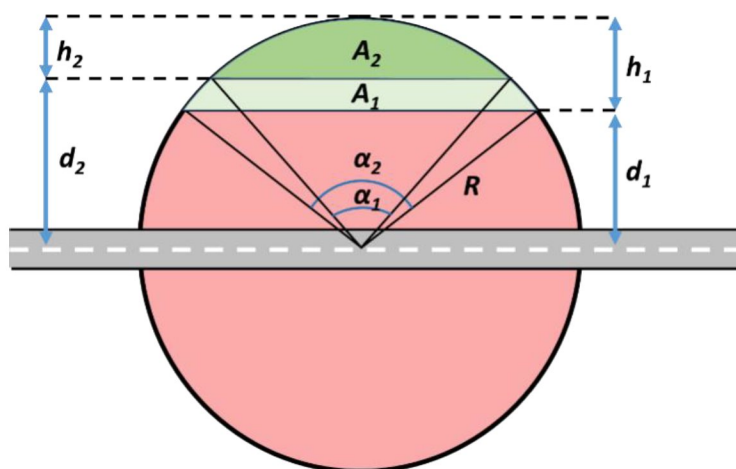
Konsekvensavståndet R ger en cirkel med arean $A = \pi \cdot R^2$, se Figur 3. För att beräkna arean som berörs i varje intervall används följande samband:

$$A_{inom\ intervallet} = A_{tot} - A_{bortom\ intervallet} - A_{närmare\ intervallet}$$

Areorna beräknas med följande samband och upprepas för varje intervall:

$$Vinkeln\ i\ radianer\ (\alpha_1) = 2arccos\frac{d_1}{R}$$

$$Arean\ bortom\ avståndet\ d_1 = A_1 = \frac{R^2}{2}(\alpha_1 - \sin \alpha_1)$$



Figur 3. Principskiss för hur arean som påverkas bortom ett visst avstånd beräknas vid cirkulärt konsekvensavstånd.

5.1 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 samhällsrisk har därför antaganden gjorts om att sannolikheten att omkomma inomhus är lägre enligt Tabell 3.

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 3 vara en konservativ uppskattning då byggnader antas ge relativt bra skydd även utan särskilda åtgärder.

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

| Scenario | Fördelning | Sannolikhet att omkomma inomhus* (%) | | |
|---|----------------|--------------------------------------|---------|-----|
| | | Min | Troligt | Max |
| ADR 2.1 - Jetflamma, gasmolnsbrand | Pertfördelning | 25 | 50 | 75 |
| ADR 2.1 - BLEVE | Pertfördelning | 5 | 10 | 15 |
| ADR 2.3 – Giftigt gasmoln | Pertfördelning | 5 | 10 | 15 |
| ADR 3 – Gasmolnsbrand ADR 3 – Pölbrand | Pertfördelning | 25 | 50 | 75 |

*Inom det konsekvensavstånd som beräknats för oskyddade individer.

5.2 Antal omkomna

Baserat på konsekvensavstånden ovan summeras medelvärden för hur många som beräknas omkomma vid varje scenario, se Tabell 4. Det är detta värde som tillsammans med frekvensberäkningarna för varje scenario utgör samhällsrisk (sannolikheten att N eller fler omkommer med en viss sannolikhet per år).

Nedan redovisas antal förväntat omkomna för scenariot med en persontäthet på 12 000 personer/km² 25 meter från vägen. Detta är alltså endast ett förväntat antal omkomna om scenariot inträffar, utan vidtagna åtgärder och med gjorda antaganden.

Tabell 4. Förväntat antal omkomna med en persontäthet på 12 000 inv/km² bortom 25 meter från vägen.

| Klass | Scenario | Antal omkomna (medelvärde) Persontäthet 12000 inv/km ² Bebyggelsefritt ca 25 meter |
|-------|-------------------------------|---|
| 2.1 | BLEVE | 165 |
| | Jetflamma | 10 |
| | Gasmolnsexplosion – och brand | 10 |
| 2.3 | Giftigt gasmoln | 14 |
| 3 | Pölbrand | 0,2 |
| | Fördröjd pölbrand (gasmoln) | 0,06 |

6 Referenser

- Alvarsson & Jonsson, 2016. *Jämförelsestudie av riskbedömningar avseende vägtransport av farligt gods*. Riskhanterin och samhällssäkerhet, Lunds Tekniska Högskola.
- BRIAB 2016. *Riskbedömning Kvarteret Siv, Uppsala*.
- FOA, 1997. Försvarets forskningsanstalt. *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker*. Stockholm 1997.
- Försvarsmakten, Krisberedskapsmyndigheten & FOI, 2008. Faktainsamling CBRN (Elektronisk). Tillgänglig: <http://www.faktasamlingcbrn.foi.se/>
- VROM 2005. *Guidelines for quantitative risk assessment*.
- WSP 2016. *Detaljerad riskbedömning för vägplan. Transport av farligt gods på väg. Trafikplats Fagrabäck, Växjö Kommun*.
- WUZ 2016. *Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods, översiktlig riskanalys för väg och järnväg i Borås stad*.
- WUZ, 2015. *Bebyggelseplanering och farligt gods i Norrbottens län*.
- Sweco 2016. *Riskutredning Riddersvik studentbostäder*.
- VTI rapport nr 3 387:4. 1994. *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transporter av farligt gods på väg och järnväg*.
- Brandskyddslaget 2015. *Riskanalys Härnevi 1:17 Upplands bro*.

8(8)

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR
2020-03-09
VERSION 2
RISKUTREDNING FARLIGT GODS ÅRSTAFÄLTET 4B