

Riskbedömning detaljplan Klövberga etapp 3

Upplands-Bro kommun

Structor

A large, thick, yellow curved shape that starts from the bottom right corner and extends towards the top right, partially overlapping the 'Structor' logo.

DOKUMENTINFORMATION

Beställare: Fastighets AB Kärrholmen
Kontaktperson: Per Fladvad
Uppdragsnamn: Riskbedömning Klövberga etapp 3
Uppdragsnummer: 1011-128

Uppdragsledare: Joel Omran

Handläggare: Elin Edman

Kvalitetsgranskning: Henrik Mistander

Status: Slutgiltig handling

Datum: 2023-08-02

Version: 3



SAMMANFATTNING

Structor Riskbyrå AB har fått i uppdrag av Fastighets AB Kärrholmen att genomföra en riskbedömning av olycksrisker i samband med etablering av ny verksamhet inom detaljplaneområde Klövberga, etapp 3 i Upplands-Bro kommun.

Syftet med uppdraget är att utarbeta ett underlag till bedömningen om lämplig markanvändning enligt de krav som ställs i Plan- och bygglagen, med beaktande av olycksrisker med påverkan på människors hälsa och säkerhet. Målet är att analysera olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods och verksamheter i närområdet, samt utifrån analysens resultat ge förslag på riskhanteringsstrategier och riskreducerande åtgärder.

Denna riskbedömning har baserats på kvalitativa analyser av angränsade verksamheter samt kvantitativa analyser som beaktar riskmåttan individrisk och samhällsrisk kopplat till transporter av farligt gods. Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer, medan samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka.

Genomförda beräkningar visar att placeringen av bebyggelsen är på tillräckligt stort avstånd utifrån individrisknivån. Resultatet av samhällsriskberäkningen visar att samhällsrisken är inom ALARP-området, vilket förstärker behovet av riskreducerande åtgärder.

Även inom närliggande verksamheter har olycksscenarioer som kan komma att påverka aktuell detaljplan identifierats.

Vid vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder bedöms en tolerabel risknivå inom detaljplanen uppnås och markanvändningen kan anses lämplig utifrån ett olycksriskperspektiv.

Baserat på osäkerheter kopplat till de verksamheter som kan komma att etableras i planområdet i framtiden samt uppdragets avgränsning kan det finnas behov av fortsatt riskhantering i efterföljande bygglovsskede. Detta omfattar t.ex. olycksrisker inom planområdet, räddningstjänstens insatsmöjligheter samt olycksrisker kopplat till byggskedet.

INNEHÅLL

1. Inledning.....	6
1.1. Syfte och mål.....	6
1.2. Avgränsningar	6
1.3. Underlagsmaterial	6
1.4. Disposition	6
2. Områdesbeskrivning.....	8
2.1. Omgivningsbeskrivning	8
2.2. Planområde och planerad markanvändning	9
3. Omfattning av riskhantering	11
3.1. Kravbild.....	11
3.1.1. Miljöbalken	11
3.1.2. Plan- och bygglagen.....	11
3.1.3. Krav på riskhantering intill transporterleder för farligt gods.....	11
3.2. Metod och genomförande	12
3.2.1. Riskidentifiering	13
3.2.2. Riskanalys och riskvärdering	14
3.2.3. Identifiering av riskreducerande åtgärder.....	15
4. Riskidentifiering	16
4.1. Transporter med farligt gods	16
4.2. Verksamheter i närheten av planområdet	16
4.2.1. E.ONs kraftvärmearläggning och St1s biogasanläggning.....	17
4.2.2. Ragn-Sells-kretslopp- & avfallsanläggning	17
4.2.3. Austin Powder	17
5. Riskanalys & riskvärdering	18
5.1. Transporter av farligt gods	18
5.1.1. Individrisk.....	18
5.1.2. Samhällsrisk	19
5.2. Verksamheter	21
5.2.1. E.ONs kraftvärme- och St1s Biogasanläggning.....	21
5.2.2. Ragn-Sells kretslopp- & avfallsanläggning.....	22
5.3. Osäkerheter & Känslighetsanalys	22
6. Åtgärder.....	24
6.1. Riskreducerande åtgärder.....	24
6.2. Lämpliga riskreducerande åtgärder baserat på aktuell riskbild.....	26
7. Slutsats & behov av fortsatt riskhantering.....	28
Referenser.....	30

Bilaga A – Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods

Bilaga B – Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – indata och metod

Bilaga C – Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Händelseträdsmetodik

Bilaga D – Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

Bilaga E - Riskuppskattningar för pölbrand

Bilaga F – Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods

1. INLEDNING

Structor Riskbyrå AB har fått i uppdrag av Fastighets AB Kärrholmen och Upplands-Bro kommun att beskriva och bedöma storleken på aktuella olycksrisker i samband med etablering av ny verksamhet inom detaljplaneområde Klövberga etapp 3 i Upplands-Bro kommun.

1.1. Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att utarbeta ett underlag till bedömningen om lämplig markanvändning enligt de krav som ställs i Plan- och bygglagen, med beaktande av olycksrisker med påverkan på människors hälsa och säkerhet.

Målet är att analysera olycksrisker kopplade till transporter av farligt gods och verksamheter i närområdet, samt utifrån analysens resultat ge förslag på riskhanteringsstrategier och riskreducerande åtgärder.

1.2. Avgränsningar

Uppdraget är avgränsat till att behandla tekniska olycksrisker med som har en direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Eventuella hälsoeffekter till följd av långvarig exponering behandlas inte (t.ex. buller, elektromagnetisk strålning och avgaser). Hänsyn tas inte heller till attentat eller händelser som genomförs med uppsåt.

Vidare omfattar riskbedömningen genomförd detaljplan och inte byggskedet.

1.3. Underlagsmaterial

Utgångspunkten för riskbedömningen är befintligt underlag, vilket bland annat omfattar tidigare upprättad riskbedömning för detaljplan Klövberga Etapp 1 och 2¹ samt befintligt underlag från omkringliggande verksamheter.

Övriga underlagsmaterial som använts vid riskbedömningen refereras till löpande i texten.

1.4. Disposition

Riskbedömningen har lagts upp enligt följande:

- Kapitel 1 omfattar bakgrund och introduktion till uppdraget.
- Kapitel 2 ger en beskrivning av detaljplanen och dess omgivning. Detta ger en bild av kommande markanvändning samt fungerar som underlag till riskidentifieringen.
- Kapitel 3 beskriver uppdragets omfattning av riskhantering samt vilket metodval som gjorts.

Kapitel 4–6 omfattar en riskidentifiering, riskanalys och värdering av erhållna risknivåer samt en osäkerhetshantering av dessa. Vid behov anges förslag på åtgärder.

Kapitel 7 redovisar slutsatser och fortsatt arbete.

2. OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs området för detaljplan Klövberga Etapp 3 samt dess närmaste omgivning kortfattat.

2.1. Omgivningsbeskrivning

Planområdet Klövberga etapp 3, är beläget nordväst om tätorten Bro, Upplands-Bro kommun och består i nuläget av jordbruksmark, hagmark, ängsmark och skog. I norr av området finns E18 och i sydöst planområde Klövberga etapp 1. Nordöst om E18 finns området Högbytorp med en kretslopp-/avfallsanläggning, ett kraftvärmeverk samt en biogasanläggning.



Figur 1. Aktuellt planområde Klövberga etapp 3 markerat i gult, ungefärligt område för etapp 3.

Sydväst om aktuellt planområde, finns hästsportanläggningen Bro Park. Väster om planområdet finns i huvudsak naturmark. Närmsta bostadsbebyggelse är ett fåtal fastigheter vid Önsta gård som är belägen cirka 1km söder om detaljplaneområdet. Det finns inga övriga bostäder i närområdet, utöver ett antal icke bebodda äldre torp.

Sydöst om aktuellt planområde finns detaljplaneområde Klövberga etapp 1. Detaljplaneförslaget för etapp 1 antogs i augusti 2022 och syftar till att möjliggöra industri och detaljhandel inom planområdet. Förslag finns att utveckla området intill

väg 840 för småskaliga verksamheter. Delar innanför samt i nordöst planeras för mer storskaliga verksamheter.

Den del av Klövberga etapp 1 som gränsar mot hästsportanläggningen Bro Park har skyddsbestämmelsen verksamheter av ”icke störande karaktär”. De övriga delarna av Klövberga etapp 1 tillåts därmed innehålla verksamheter av störande karaktär. I anslutning till Bro trafikplats planeras för ett hotell och dagkonferenscenter.

I anslutning till Bro trafikplats, sydöst om etapp 1 i anslutning till planeras även för en drivmedelstation vilken planläggs som en egen detaljplan, Klövberga etapp 2.

2.2. Planområde och planerad markanvändning

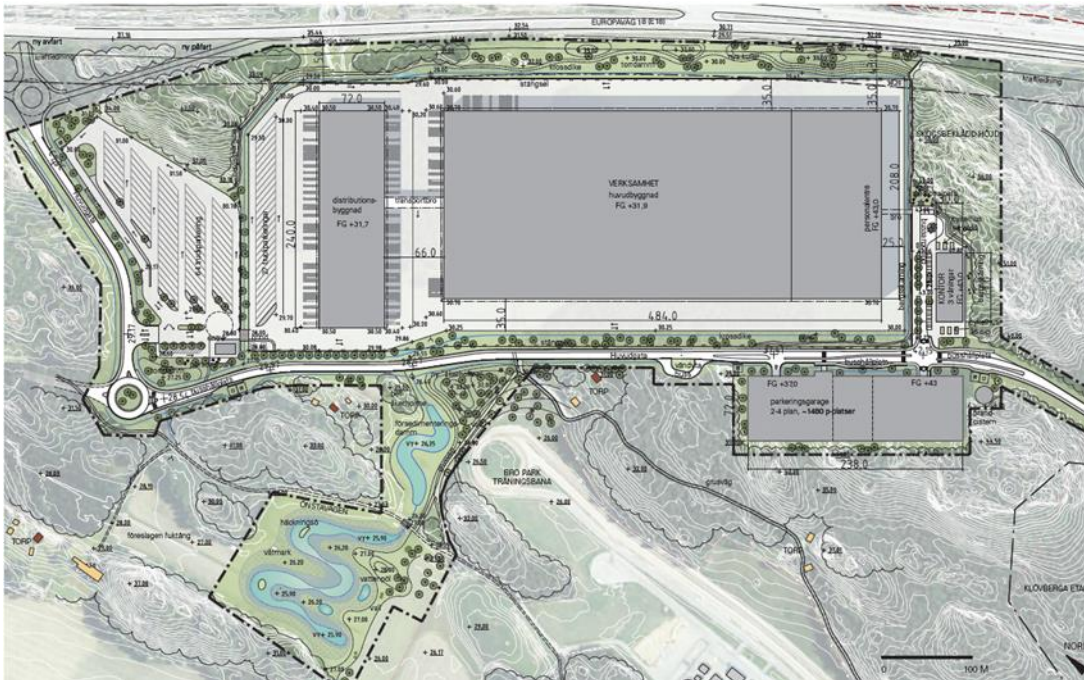
Aktuell detaljplan Klövberga etapp 3, är belägen inom Upplands-Bro kommun och omfattar cirka 46 hektar. Utvecklingen av Klövberga är uppdelat i etapper där etapp 3 är den sista etappen. Planförslaget för etapp 3 möjliggör att det inom etappen etableras ett större logistikcenter med lager, parkeringsgarage, parkeringsplatser och kontorsdelar i anslutning till E18. Parallellt med detaljplanen tas en ny vägplan fram för en ny trafikplats med anslutning till E18 norr om det planerade logistikcentret.

Etapp 3 har två varianter av utbyggnad med olika exploateringsgrad, första utbyggnadsetappen samt fullt utbyggt förslag, se Figur 2 och Figur 3.

Bedömningarna i denna riskbedömning görs utifrån den högre exploateringsgraden fullt utbyggt detaljplan (Figur 3), för att konsekvenserna inte ska underskattas.



Figur 2. Illustration över utformning av planområde Klövberga etapp 3 första utbyggnadsetappen, (Karavan Landskap, 2023-06-07).



Figur 3. Illustration över utformning av planområde vid fullt utbyggt förslag (Karavan Landskap, 2022b)

3. OMFATTNING AV RISKHANTERING

I detta kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering i förhållande till gällande kravbild.

3.1. Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen² och Miljöbalken³. Kraven innebär att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion.

3.1.1. Miljöbalken

Miljöbalken syftar till att skydda människors hälsa och miljön. Begreppet miljö har i miljöbalken en vid betydelse och inkluderar förutom skyddsvärdet naturmiljö bland annat skyddsvärdena kulturmiljö, egendom och den fysiska miljön i övrigt.

Inga specifika avstånd som behöver upprätthållas mellan en riskkälla och skyddsvärden anges i Miljöbalken eller tillhörande förordningar och föreskrifter. Dock behöver olycksrisker analyseras, värderas och beskrivas. Detta omfattar bland annat beskrivning av en olyckas potentiella påverkan på identifierade skyddsvärden. Vidare utgör denna riskbedömning underlag till den miljökonsekvensbeskrivning som tas fram för detaljplanen.

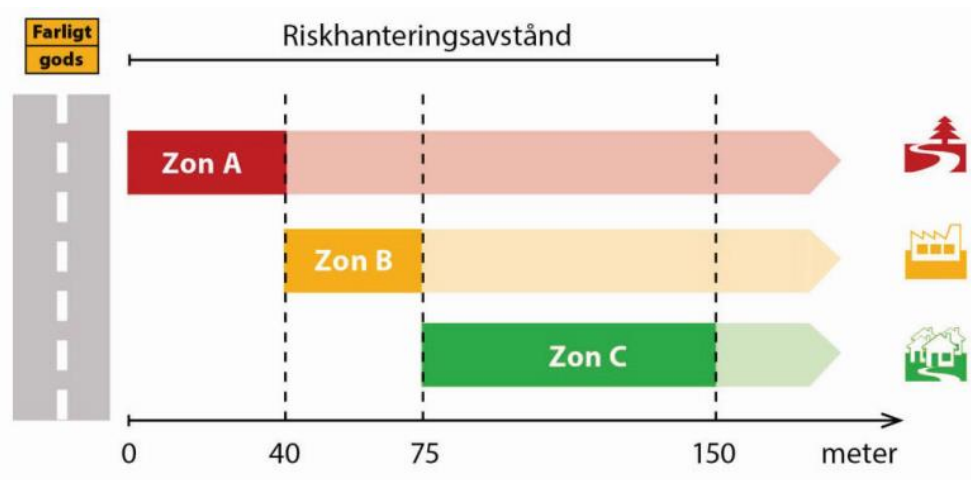
3.1.2. Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen anger krav på att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bl.a. människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion. Bebyggelse och byggnadsverk ska också utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till bl.a. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

3.1.3. Krav på riskhantering intill transporterleder för farligt gods

Länsstyrelsen i Stockholms län har egna riktlinjer för riskhantering intill transportleder för farligt gods, vilka sammanfattas nedan.

Länsstyrelserna i Stockholms, Västra Götalands och Skåne län anger i riskpolicyn *Riskhantering i detaljplaneprocessen*⁴ att riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt godsled. I *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*⁵ ger Länsstyrelsen i Stockholms län övergripande riktlinjer avseende skyddsavstånd, se Figur 4.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad)	E – tekniska anläggningar	B – bostäder
L – odling och djurhållning	G – drivmedelsförsörjning (bemannad)	C – centrum
P – parkering (ytparkering)	J – industri	D – vård
T – trafik	K – kontor	H – detaljhandel
	N – friluftsliv och camping	O – tillfällig vistelse
	P – parkering (övrig parkering)	R – besöksanläggningar
	Z – verksamheter	S – skola

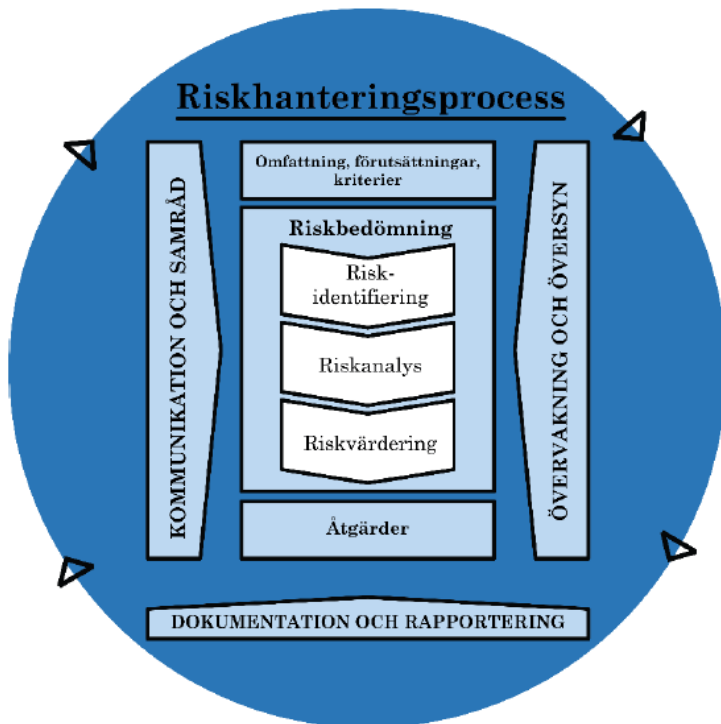
Figur 4. Riskhanteringsavstånd i Länsstyrelsen i Stockholms län riktlinjer.

I riktlinjen anges vidare att riskerna med transporter av farligt gods på vägar som inte utgör rekommenderade transportleder ska beaktas om det är sannolikt att farligt gods kommer transporteras i närheten av det aktuella planområdet, oavsett om transportleden är rekommenderad eller inte.

Angående E18, som är en primär transportled för farligt gods, har Länsstyrelsen i Stockholms län tagit beslut om ett bebyggelsefritt avstånd på 50 meter utmed E18 inom länet⁶.

3.2. Metod och genomförande

För att skapa ett beslutsunderlag avseende hantering av olycksrisker genomförs i detta uppdrag en riskbedömning enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen enligt ISO 31 000⁷, se Figur 5. Åtgärder (det sista steget i processen) kräver ett aktivt beslutsfattande. Detta ligger på kommunen genom fastställande av planen och dess planbestämmelser samt genom bygglov.



Figur 5. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000. Denna rapport hanterar de delar som benämns "Riskbedömning". Förslag ges också på riskreducerande åtgärder.

3.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen omfattar en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen görs med utgångspunkt i faktiska avstånd respektive rekommenderade skyddsavstånd mellan de olika riskkällorna och planområdet. Nedanstående riskkällor beaktas i riskidentifieringen:

- Transportinfrastruktur

Den transportinfrastruktur som behandlas i denna riskbedömning utgörs primärt av rekommenderade transportleder för farligt gods. Rekommenderade transportleder för farligt gods inom 150 m från planområdet beaktas.

- Riskfyllda verksamheter

De verksamheter som beaktas utgörs av de som presenteras i länsstyrelsens WebbGIS och omfattar s.k. farliga verksamheter enligt Lag om skydd mot olyckor, 2 kap 4§, bensin- och drivmedelstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Verksamheter med tillstånd enligt Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor beaktas även de.

3.2.2. Riskanalys och riskvärdering

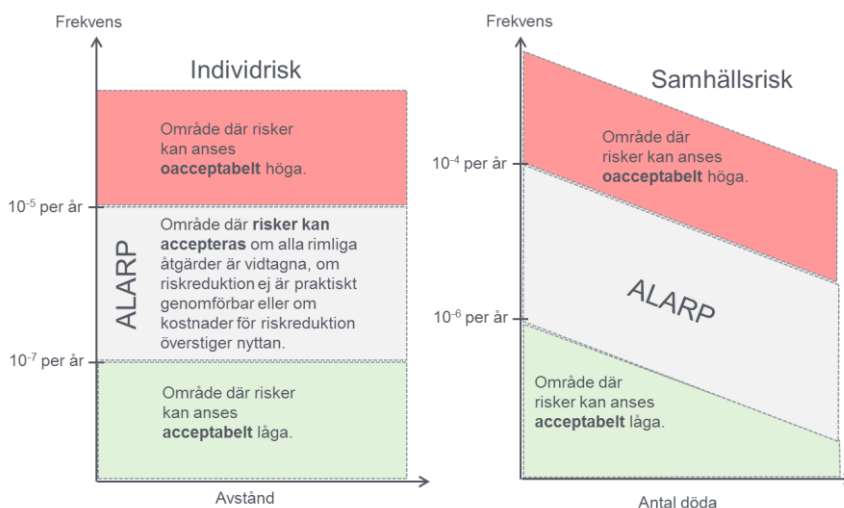
Riskanalyserna för de riskfyllda verksamheterna har tagit sin utgångspunkt i analyser som respektive verksamhet har genomfört.

Riskanalysernas resultat, såväl från tidigare genomförda riskanalyser och de kompletterande beräkningarna har sammanställts till en gemensam riskbild för området. Då riskanalysen omfattar underlag från flera verksamheter med delvis varierande angreppssätt har anpassningar i vissa fall varit nödvändiga.

För att värdera riskerna har utgångspunkten varit att göra en kvalitativ analys av närliggande verksamheter samt en kvantitativ analys av transporter av farligt gods på E18 som beaktar riskmåttan individrisk och samhällsrisk.

- **Individrisk** är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmättet är att tillse att enskilda individer inte utsätts för icke-tolerabla risker.

Samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsriskmättet tar hänsyn till befolkningstäthet och studeras över ett område som normalt är en kvadratkilometer stort. Risken redovisas ofta som en s.k. F/N-kurva som visar den ackumulerade frekvensen (per år) för ett visst utfall mätt i antal döda.



Figur 6. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån Värdering av risk⁸. ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) definieras på samma sätt för individ- som samhällsrisk.

För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier har de nivåer och principer som föreslås av DNV⁸ använts, se Figur 6. Dessa är tillämpbara för de två riskmåttan individrisk och samhällsrisk.

3.2.3. Identifiering av riskreducerande åtgärder

Som ett avslutande steg kommer resonemang föras kring riskreducerande åtgärder, baserat på risknivåer och vilken typ av påverkan som kan komma att uppstå i de olika delområdena.

Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används bland annat rapporterna *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner*⁹ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*¹⁰.

4. RISKIDENTIFIERING

Nedan presteras identifierade riskkällor som kan komma att påverka planområdet.

4.1. Transporter med farligt gods

Norr om planområdet passerar E18, vilken utgör riksintresse för kommunikation och är utpekad som primär transportled för farligt gods¹¹. Vilket innebär att samtliga typer av farligt gods kan transporteras på vägen. Avståndet från vägbanan till närmsta del (stängsel & parkering) inom planområdet uppgår till 43 meter. Avstånd mellan vägbanan och närmsta byggnadsdel inom planområdet uppgår till 78 meter.

Inga andra vägar inom 150 meter från planområdet är utpekade transportleder för farligt gods. På vägar som ej är utpekade transportleder för farligt gods får endast målpunktstransporter med farligt gods till och från anslutande verksamheter som hanterar farligt gods transporteras.

Till och från planerad verksamhet inom aktuell detaljplan kommer vissa transporter av styckegods med aerosoler och brandfarlig vätska i form av parfymer & kosmetik att ske.

Risker med transporter av farligt gods analyseras vidare.

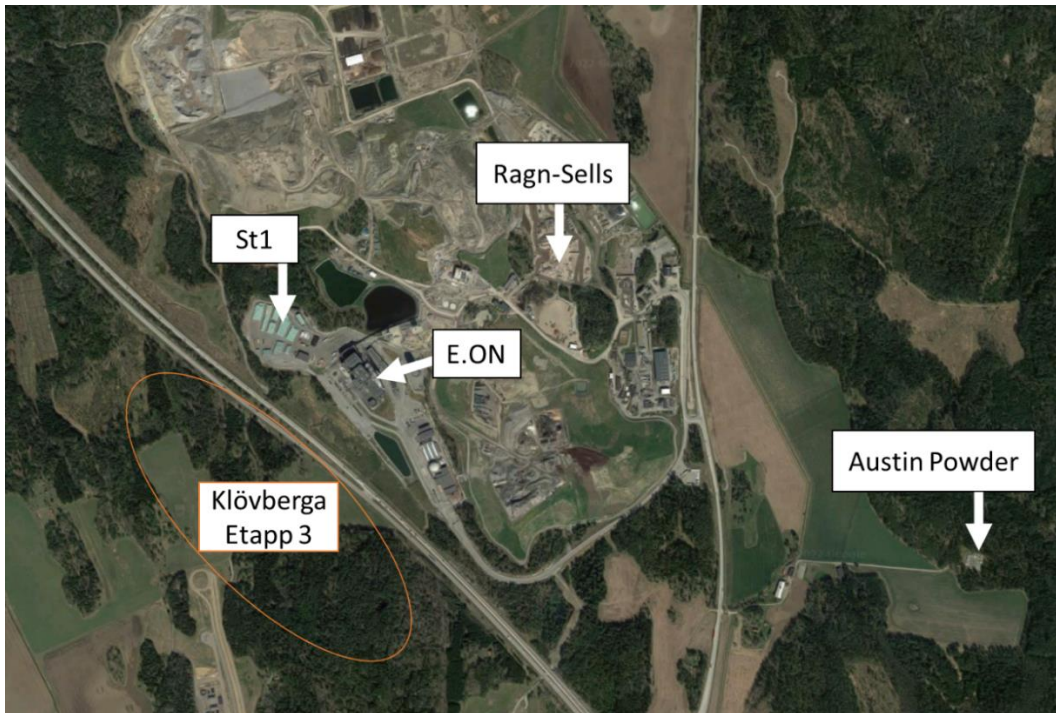
4.2. Verksamheter i närheten av planområdet

En inventering av verksamheter som hanterar ämnen som är klassade som farliga ämnen i ADR-S^a och CLP-förordningen^b i närheten av det aktuella planområdet genomförs. Även verksamheter som innehar tillstånd utifrån Lag om brandfarliga och explosiva varor¹² (LBE) identifieras. Med hjälp av Länsstyrelsen i Stockholms WebGIS¹³ görs en inventering av verksamheter utpekade som farliga eller miljöfarliga verksamheter. Även utifrån Brandkåren i Attundas Riskanalys¹⁴ identifieras verksamheter i närområdet som är klassade som farliga verksamheter utifrån 2 kap 4§ i Lagen om skydd mot olyckor¹⁵ eller som Sevesoverksamheter. Om en verksamhet är en Sevesoverksamhet blir den automatiskt en farlig verksamhet enligt LSO 2:4.

Identifierade verksamheter i omgivningen som kan utgöra riskkällor beskrivs nedan och ses i Figur 7.

^a ADR är ett Europa-gemensamt regelverk för transport av farligt gods på väg. Svenska versionen heter ADR-S och ges ut av MSB.

^b CLP är en Europa-gemensam förordning som innehåller regler som gäller för klassificering, märkning och förpackning av produkter som innehåller farliga ämnen. Vars syfte är att arbetstagare och konsumenter ska ges information om kemiska produkters farliga egenskaper.



Figur 7. Kringliggande verksamheter som hanterar farliga ämnen/är utpekade miljöfarliga verksamheter. Ungefärligt område för aktuell detaljplan markerat i oranget.

4.2.1. E.ONs kraftvärmeanläggning och St1s biogasanläggning

Nordöst om aktuell detaljplan på andra sidan av E18 ligger E.ONs kraftvärmeanläggning och St1:s biogasanläggning som tidigare tillhörde E.ON.

St1:s biogasanläggning producerar fordonsgas. Inga betydande förändringar i anläggningen har skett sedan St1 tog över anläggningen från E.ON.

E.ONs anläggning tar tillvara energi ur avfall genom förbränning i kraftvärmeverket.¹⁶ St1:s biogasanläggning producerar fordonsgas. Riskkällan analyseras vidare.

4.2.2. Ragn-Sells-kretslopp- & avfallsanläggning

Högbytorps kretslopp-/avfallsanläggning utgör tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och är belägen norr om planområdet, norr om E.ONs kraftvärmeanläggning och St1s biogasanläggning. Riskkällan analyseras vidare.

4.2.3. Austin Powder

Austin Powder hanterar och lagrar explosiv vara i sådana mängder att de utgör en Seveso-anläggning (lägre) och därmed farlig verksamhet utifrån LSO 2 kap. §4. Avståndet till aktuell detaljplan från Austin Powders anläggning uppgår till cirka 1,5 km. Avståndet bedöms vara ett tillräckligt skyddsavstånd. Riskkällan analyseras inte vidare.

5. RISKANALYS & RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas resultaten av genomförda riskanalys och riskvärdering.

5.1. Transporter av farligt gods

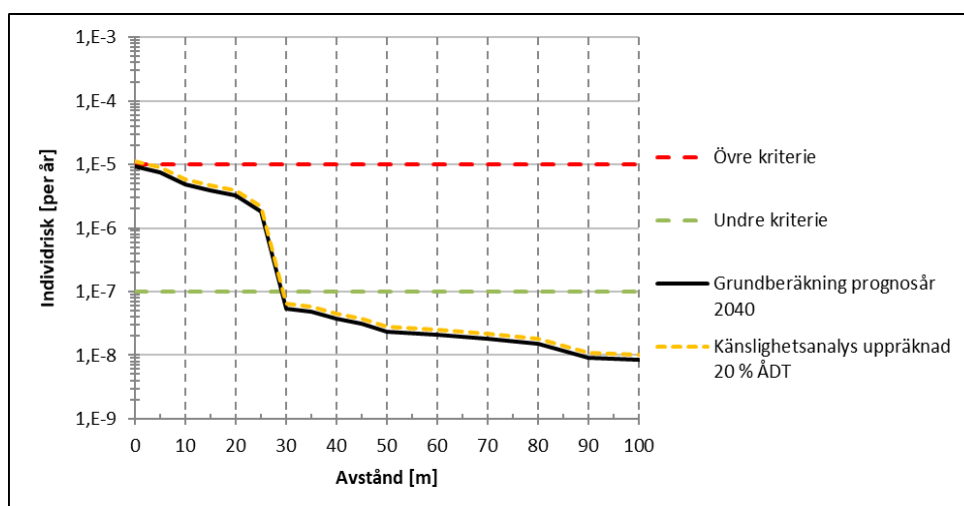
Transporter av farligt gods på väg passerar förbi aktuellt planområde på E18 som är en primär transportled för farligt gods. Det byggnadsfria avståndet från planområdet till E18:s vägbana är 78 m vilket uppfyller Länsstyrelsen i Stockholms beslut⁶ om utökad byggnadsfritt avstånd intill E18. Avståndet och planerad verksamhet uppfyller även Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer kring typ av markanvändning intill transportled med farligt gods⁵.

Transporter med farligt gods i form av stycketransporter med kosmetik och parfym (brandfarlig vätska och aerosoler) till och från planerad verksamhet kommer att gå via E18 och planerad ny trafikplats direkt norr om verksamheten. Dessa transporter bedöms ej medföra någon betydande riskpåverkan mot omgivningen.

Verksamheten som nu planeras för inom aktuell detaljplan kommer att möjliggöra för ett stort antal arbetstillfällen, en beräkning av individ- och samhällsrisk görs därför. Resultatet av riskberäkningarna presenteras nedan.

5.1.1. Individrisk

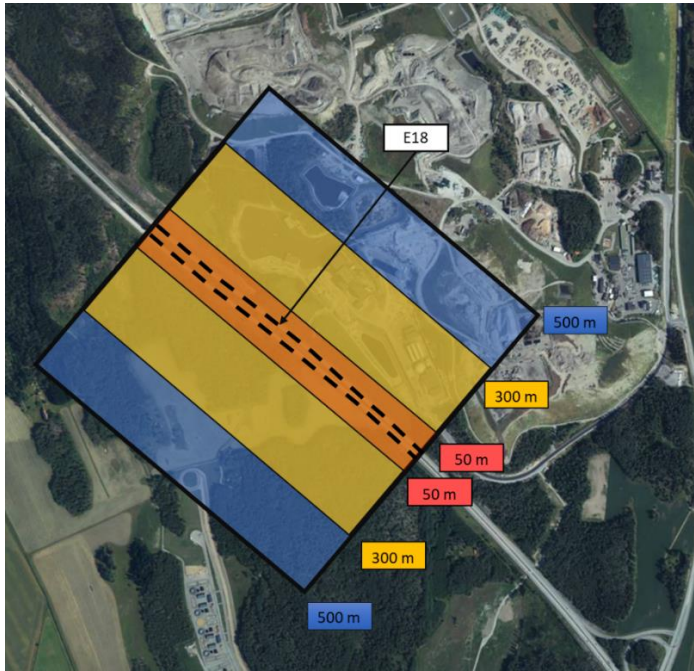
Resultatet av individriskberäkningen längs med E18 förbi aktuellt planområde ses i Figur 8. På ett avstånd bortom 30 meter från E18 är individrisken att beakta som acceptabel, aktuell detaljplans närmsta del är belägen 43 meter från E18. Indata till individriskberäkningen kan ses i Bilaga A-F.



Figur 8. Resultat av individriskberäkning. Individrisken är att beakta som acceptabel 30 meter från E18 förbi planområdet.

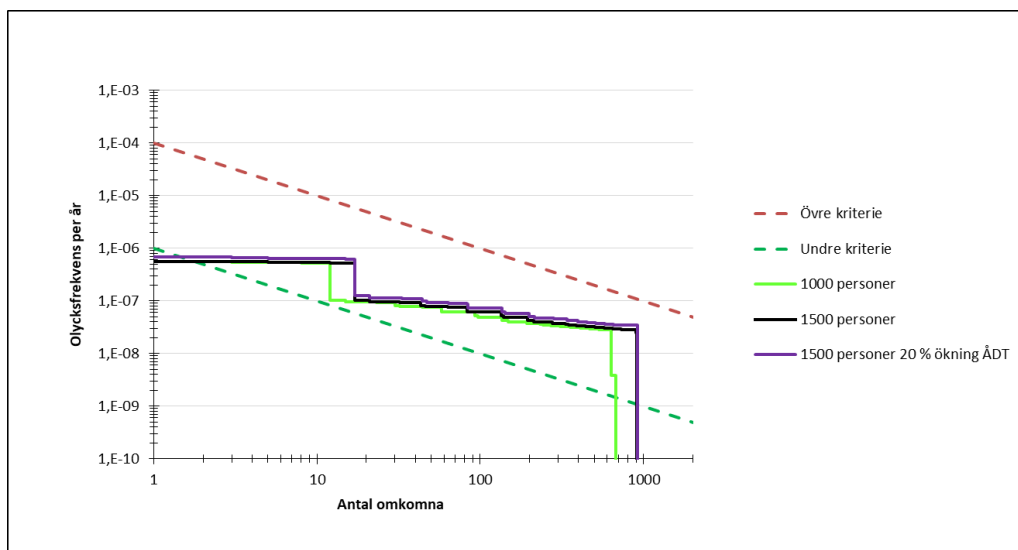
5.1.2. Samhällsrisk

I samhällsriskberäkningen beräknas risknivån inom en kvadratkilometer med riskkällan placerad i mitten och där detaljplanen ingår. Samhällsriskberäkningen beaktar persontätheten i befintlig och tillkommande bebyggelse i området. Persontätheten uppskattas i zoner på olika avstånd från E18, se Figur 9



Figur 9. Kvadratkilometer där samhällsrisken beräknas. Riskkällan E18 i rutans mitt. Persontätheten beräknas i de valda zonerna 0-50 m, 50-300 m och 300-500 m från E18.

Resultatet av samhällsriskberäkningarna ses i Figur 10. Indata till samhällsriskberäkningarna ses i Bilaga A-E, indata kring persontäthet ses i Bilaga E.



Figur 10. Resultat av samhällsrisikberäkning. Svart linje motsvarar grundberäkningen, blå och lila linje är resultatet av genomförda känslighetsanalyser av grundberäkningen.

Resultatet av samhällsrisikberäkningen visar att samhällsrisken ligger inom ALARP-området. Att risknivån är inom ALARP betyder att alla rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas. För olyckor med upp till 200 omkomna är samhällsrisken i den nedre delen av ALARP-området. För Olyckor med fler är 200 omkomna är samhällsrisken i den övre delen av ALARP.

Tre beräkningar av samhällsrisik har genomförts för prognosår 2040, se Figur 10. En grundberäkning med 1000 tillkommande personer inom aktuell detaljplan (heldragen grön), en känslighetsanalys med 1500 tillkommande personer inom aktuell detaljplan (svart) och en känslighetsanalys med 1500 personer tillkommande personer och med en uppräknig av ÅDT på E18 för prognosår 2040 med 20 % (lila).

Att samhällsrisiken är förhöjd och i den övre delen av ALARP för de större olyckorna beror mycket av att planerad verksamhet inom aktuell detaljplan innebär en mycket stor ökning av persontätheten i området dygnet runt. Enligt uppgift från verksamheten som är aktuell för etablering kommer totalt 3000 personer att arbeta i verksamheten, uppdelat på tre skift. I grundberäkningen antas därför att 1000 personer är på plats dygnet runt. I ena känslighetsanalysen antas att persontätheten ökas till 1500 personer på plats dygnet runt (se svart linje Figur 10) vilket bedöms konservativt. I den andra känslighetsanalysen (se lila linje Figur 10) ökas persontätheten också till 1500 personer och det görs även en beräkning där ÅDT på E18 ökas med 20 % från prognosåret vilket är att beakta som mycket konservativt.

De riskreducerande åtgärder som föreslås för den förhöjda samhällsrisken kommer behöva att fokusera på olyckstyper som kan inträffa på E18 som kan ge en påverka på ett avstånd > 50 meter då det är avståndet till kvartersmark inom aktuell detaljplan. Som bas för resonemang om riskreducerande åtgärder nyttjas grundberäkningen av samhällsrisiknivån med 1000 personer i verksamheten.

5.2. Verksamheter

Nedan görs en analys av identifierade risker i närliggande verksamheter.

5.2.1. E.ONs kraftvärme- och St1s Biogasanläggning

Ett riktvärde för skyddsavstånd vid oljeeldade förbränningsanläggningar motsvarande E.ONs befintliga anläggning ges i Boverkets allmänna råd 1995:5 *Bättre plats för arbete*. Där anges ett skyddsavstånd på 200 meter¹⁷ mellan bostäder och kraftvärmeanläggningar. Skyddsavståndet som anges är då inte enbart kopplat till olycksrisker utan tar även höjd för buller- och luktstörningar. De ovan nämnda allmänna råden är upphävda och var aldrig tvingande. Skyddsavståndet som anges där i nämns här enbart för att få en grov generell uppfattning kring skyddsavstånd kring denna typ av anläggning.

För analys av de aktuella anläggningarnas påverkan på det studerade planområdet nyttjas underlag framtaget av anläggningarna själva.

Kraftvärmeanläggningen är belägen cirka 200 meter från aktuellt planområdet och cirka 235 meter från möjlig bebyggelse på planområdet. I Miljökonsekvensbeskrivningen¹⁶ för detaljplan för kraftvärmeverket och biogasanläggningen framgår också att ingen påverkan på E18 som är belägen närmare än aktuellt planområde förväntas att ske.

I den miljörisikanalys¹⁸ som togs fram när både kraftvärmeanläggningen och biogasanläggningen tillhörde E.ON framgår att, vid en brand i lagrat avfall vid kraftvärmeanläggningen skulle det vid ogynnsamt väder kunna innebära att giftiga rökgaser och sot sprids 2 km från anläggningen. Vilket då skulle medföra att aktuell detaljplan skulle kunna påverkas av rökgaser och sot vid om en brand vid kraftvärmeanläggningen uppstår samtidigt som en ogynnsam vindriktning. Riskreducerande åtgärder kommer därför att föreslås.

Vid E.ONs anläggning hanteras även en 25 % ammoniaklösning, som är klassad svagt frätande. Ammoniaklösningen lagras i en 70 m³ tank med invallning som begränsar ytan för avångning vid ett utsläpp. Tanken är även placerad i ett sådant läge att den ligger i skydd av byggnader. Resultatet av miljörisikanalysen¹⁸ visar att ett utsläpp av en hel tankbil, 26 ton ammoniaklösning uppstår inga livshotande nivåer av ammoniak i luften. Irritationer i slemhinnor och lindriga skador kan förekomma 200 m från ett sådant utsläpp i vindriktningen. Avståndet mellan aktuell detaljplan och E.ONs område uppgår till 235 meter. Ett utsläpp med ammoniaklösning inom anläggningen bedöms därmed ej ge någon olycksriskpåverkan på människa och miljö inom aktuell detaljplan.

Upprättad riskbedömning för biogasanläggningen visar på låga risknivåer¹⁹. I den gemensamma miljörisikanalysen¹⁸ har inga olycksrisker som kan påverka utanför anläggningens område identifierats. Däremot har olyckor som leder till en luktpåverkan utanför anläggningens område identifierats. Dessa luktstörningar bedöms vid händelse av en olycka kunna nå planområdet vid ogynnsamma väderförhållanden men ses ej som en olycksrisk utifrån avgränsningarna för denna riskbedömning.

Vidare har inga dominoeffekt identifierats mellan E.ONs och St1s anläggning och inte heller mot Ragn-Sells närliggande anläggning.¹⁸

5.2.2. Ragn-Sells kretslopp- & avfallsanläggning

Varje dag anländer 200-300 lastbilar med material till verksamheten. Det mesta kommer från industrier, byggen, kommuner och handel. Materialen är ex. förorenad jord, oljehaltigt slam, organiskt material och papper, trä och plast, metaller, aska och läkemedel.²⁰

En del av anläggningen används som mellanlagringsplats för farligt avfall före transport till slutlig destruktion. Anläggningen har också tillstånd att deponera både icke-farlig och farligt avfall.²⁰

Riktvärden för skyddsavstånd till avfallsanläggningar av typen deponeringsanläggningar, förbränningsanläggningar och komposteringsanläggningar anges även de i Boverkets upphävda råd *Bättre plats för arbete* till 500 meter¹⁷. Detta skyddsavstånd baseras på de främsta störningarna från avfallsanläggningar som är lukt och buller. Avståndet från planerad byggnad inom detaljplanen till Ragn-Sells närmaste delområde är cirka 300 meter.²⁰ Ingen riskbedömning för avfallsanläggningen har tillhandahållits som underlag för denna analys. Men en bekräftelse²¹ av att inga betydande förändringar sen upprättande av Miljöriskanalysen för kraftvärme- och biogasanläggningen har skett vid avfallsanläggningen har tillhandahållits från Ragnsells.

I miljöriskanalysen¹⁸ anges att den olyckshändelse vid avfallsanläggningen som kan komma att påverka omgivningen är brand i avfall, då brandröken som uppkommer kan vara giftig. Vid ogynnsamt väder bedöms sådan brandrök även kunna sprida sig till aktuellt planområde. Åtgärder för att minska påverkan på människa kommer därför att föreslås.

5.3. Osäkerheter & Känslighetsanalys

Den genomförda riskanalysen är förknippad med vissa osäkerheter. Dessa osäkerheter behöver beaktas när slutsatser dras och vid beslutsfattande. Analys och slutsatser bygger på de planer och de uppgifter om verksamheter och transporter som är kända i dagsläget och uppskattningar av ett framtidsläge. Det kan inte uteslutas att nya bränslen eller kemikalier kommer till och/eller att dessa placeras på platser som i sig själva eller genom transporter till och från platserna bidrar till en riskpåverkan mot planområdet.

En variabel som bedöms vara förknippad med osäkerheter och samtidigt har en betydande påverkan på samhällsriskresultatet är persontätheten. För att undvika att riskerna underskattas har en ansats gjorts till att göra konservativa men rimliga antaganden avseende denna, och andra parametrar. I känslighetsanalyserna ökas persontätheten med 50% inom planområdet vilket ger en tydlig ökad samhällsrisknivå för olyckor med mellan 10 och 20 omkomna, samt för de större olyckorna. Men risknivån når inte heller då upp till oacceptabelt höga nivåer utan befinner sig fortfarande inom ALARP-området, där alla rimliga åtgärder ska vidtas.

En annan osäkerhet i riskberäkningarna är framtida transportmängder och fördelning mellan farligt gods klasser som transporteras på vägen. I en av känslighetsanalyserna av samhällsriskerna görs därför en beräkning av samhällsriskerna med en dubblning 50 % ökning av persontätheten inom planområdet, samt en uppräknings av ÅDT med 20 %. Resultaten visar på en liten ökning av samhällsrisknivån, men inga förändringar i stort avseende hur risknivån skulle värderas vid en 20% ökning av ÅDT.

6. ÅTGÄRDER

I detta avsnitt förs först ett övergripande resonemang riskreducerande åtgärder följt av ett avsnitt med föreslagna åtgärder för aktuell detaljplan.

6.1. Riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt presenteras olika riskreducerande åtgärder som kan tillämpas både för att minska frekvensen för en händelse och dessa konsekvenser.

Principiellt sett kan riskreducerande åtgärder antingen vidtas genom att påverka:

Riskkällan

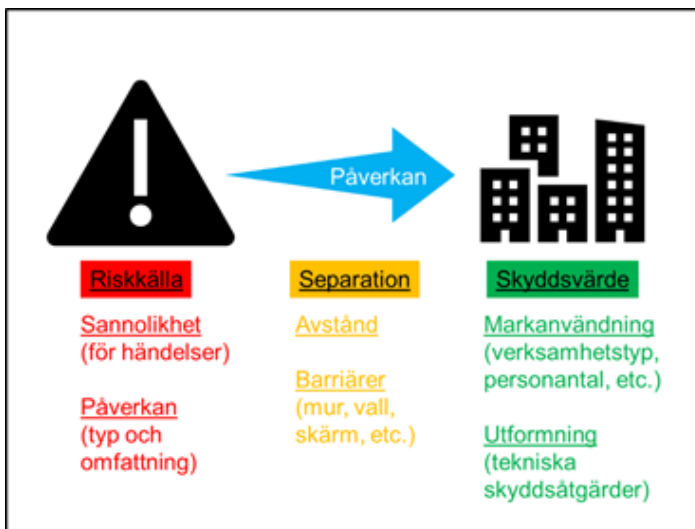
- A1. Sannolikhet (för händelser)
- A2. Påverkan (typ och omfattning)

Separation

- B1. Avstånd (mellan riskkällan och det skyddsvärda)
- B2. Barriärer (mur, vall, skärm, etc.)

Skyddsvärde

- C1. Markanvändning (verksamhetstyp, personantal, etc.)
- C2. Utformning (tekniska skyddsåtgärder)



Figur 11. Åtgärder kan rikta sig mot en riskkälla, ett skyddsvärde eller en separation mellan de två.

I tabellerna nedan ges exempel på riskreducerande åtgärder utifrån ovan beskrivna kategorier.

Tabell 1. Möjliga åtgärder för att påverka riskkällan och en bedömning av rådighet att vidta inom aktuell detaljplan.

A – Möjliga åtgärder för att påverka riskkällan	Rådighet att vidta föreslagen åtgärd i aktuell detaljplan
Påverka riskkällan genom utfasning eller minskning av farliga ämnen.	Ingen rådighet att påverka andra verksamheters hantering av farliga ämnen.
Påverka riskkällan genom att minska antal transporter av farligt gods.	Ingen rådighet över att påverka trafiken på E18.
Påverka riskkällan genom att transporter sker på andra vägar.	Ingen rådighet att styra om trafiken från E18 som är en utpekad primärled för farligt gods.
Påverka hanteringen på/vid intilliggande riskkällor.	Ingen rådighet

Tabell 2. Möjliga åtgärder för att separera riskkällan och det skyddsvärda.

B1 – Möjliga åtgärder för att öka avstånd mellan riskkällan och det skyddsvärda	Rådighet att vidta föreslagen åtgärd i aktuell detaljplan
Öka avstånd mellan riskkällan och tillkommande exploatering.	Rådighet finns.
B2 – Möjliga åtgärder för att skapa barriär mellan riskkällan och det skyddsvärda	
Barriärer så som mur/vall/skärm/dike, mellanliggande bebyggelse, naturliga höjdskillnader och växtlighet. Uppförande av plank, mur eller skärm som utformas för att skydda mot värmestrålning. Skärmen ska vara tätt slutande mot mark och i tät konstruktion som inte släpper igenom värmestrålning. Bäst effekt för skydd mot värmestrålning fås vid placering av plank/vall/mur nära riskkällan.	Placering av mur/vall/dike bör ske nära riskkällan för bäst effekt, dvs. på mark som detaljplanen ej har rådighet över. Möjligt först 50 m från riskkällan. Viss växtlighet på mark som detaljplanen ej har rådighet över finns. Även viss höjdskillnad mellan riskkällan och detaljplanen finns på aktuell plats.

Tabell 3. Möjliga åtgärder utifrån utformning.

C1. Markanvändning (verksamhetstyp, personantal, etc.)	Rådighet att vidta föreslagen åtgärd i aktuell detaljplan
Påverka vilken typ av verksamhet som exponeras genom att göra förändringar i lokalisering av verksamheter med utgångspunkt i Länsstyrelsens riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, se avsnitt 3.1.3 ⁸ . Länsstyrelsen anser att kommunen bör lokalisera bebyggelse enligt dessa rekommendationer för att uppnå en god samhällsplanering. Detta görs genom att styra robusta verksamheter till områden närmast riskkällan och mer sårbara verksamheter såsom exempelvis bostäder, förskola och vård längre bort, sänks samhällsrisk.	Detaljplanen ska möjliggöra för en viss typ av markanvändning varpå rådighet inom aktuell detaljplan ej finns. Aktuell verksamhet beaktas ej som en sårbar verksamhet.

Minska antal exponerade personer genom att minska exploateringsgraden i området närmast riskkällan. Genom att sänka tillfört personantal sänks samhällsrisken.	Ej aktuell. Personantalet i planerad verksamhet som utgjort underlag för analysen har tillhandahållits från den planerade verksamheten. En begränsning i personantalet är inte aktuellt för planerad verksamhet. Riskreduktion behöver därför hittas via andra åtgärder
C2. Utformning (tekniska skyddsåtgärder)	Rådighet att vidta föreslagen åtgärd i aktuell detaljplan
Brandklassade väggar, fönster och dörrar.	Rådighet finns.
Fasader utförs i obrännbart material.	Rådighet finns.
Ej öppningsbara fönster i fasad närmast riskkällan.	Rådighet finns.
Fönster som behöver vara öppningsbara för att möjliggöra fönsterputsning är endast öppningsbara med nyckel/verktyg.	
Friskluftsintag ska riktas bort från riskkällan.	Rådighet finns.
Utrymning ska möjliggöras i byggnadssida som vetter bort från riskkällan för att kunna ske på ett säkert sätt.	Rådighet finns.
Områden i direkt anslutning till riskkällan bör inte exploateras på sådant sätt att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Hårda konstruktioner, skarpa föremål eller motsvarande som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon bör undvikas.	Avståndet mellan E18 och detaljplanen är 50 meter och utgörs av ett bebyggelsefritt avstånd. Åtgärden är ej aktuell.
Skydd längs väggkant som hindrar vätska från att rinna från riskkällan mot omgivningen.	Ingen rådighet att vidta åtgärder på E18 finns inom aktuell detaljplan.

6.2. Lämpliga riskreducerande åtgärder baserat på aktuell riskbild

Riskkällorna i detta fall utgörs av E18 och närliggande verksamheter, vilken kommande exploatering inom detaljplanen ej har någon rådighet över att påverka.

Detaljplanen ska möjliggöra etablering av en specifik verksamhet varpå förändrad markanvändning ej är aktuellt. Personantalet i planerad verksamhet som utgjort underlag för beräkningarna har tillhandahållits från den aktuella verksamheten. En begränsning i personantalet är inte aktuellt för planerad verksamhet.

Riskreduktion behöver därför hittas via andra åtgärder. Utifrån riskanalysen konstateras att riskreducerande åtgärder kan vidtas genom att öka avståndet mellan riskkällan och exploateringen, genom vidtagande av barriärer eller genom att vidta tekniska skyddsåtgärder.

Planerad bebyggelses lokalisering uppfyller Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer⁵ och beslut kring bebyggelsefritt område längs med E18⁶ och är även lämplig med hänsyn till individriskberäkningarna. En ökning av avståndet till riskkällan E18 skulle kunna medföra en viss sänkning av beräknad samhällsrisnivå. För att ge fullgod effekt skulle dock avståndet behöva ökas så pass mycket att det inte bedöms möjligt inom aktuell detaljplan, och även om avståndet ökades skulle tekniska skyddsåtgärder rekommenderas då konsekvensavståndet för vissa av de identifierade olycksscenarierna uppgår överstiger detaljplanens område.

En viss barriär i form av växtlighet finns idag mellan aktuella riskkällor och planerad bebyggelse inom detaljplanen. Att vidta ytterligare eller andra separationsåtgärder i

form av mur/vall/skärm/dike bedöms ej vara effektiva åtgärder på den mark detaljplanen har rådighet över. De olyckshändelser som ger störst påverkan på planområdet handlar främst om spridning av rökgaser i händelse av brand i närliggande verksamheter eller spridning av gas i händelse av en olycka på E18 varpå barriärer i form av plank/skärm/mur/växtlighet ej är den mest effektiva åtgärden.

Avståndet mellan E18 och planerade byggnader inom aktuell detaljplan uppgår till 85 meter, inga krav på tekniska skyddsåtgärder i form av brandklassade fasader för byggnaderna inom detaljplanen bedöms rimliga, då konsekvensavstånd vid olika typer av brandförlopp normalt är begränsade till de närmaste 40 metrarna

Följande tekniska skyddsåtgärder föreslås som lämpliga utifrån aktuell riskbild, att beräknat samhällsrisksbidrag från E18 befinner sig inom ALARP och identifierade olycksscenarioer inom närliggande verksamheter:

- Utrymning från byggnaderna ska från alla byggnadsdelar vara möjlig bort från E18. Då två oberoende utrymningsvägar kommer att krävas tillåts att den ena av dem utgörs av utrymningsväg i fasad mot E18, i de fall det krävs för att klara gångavstånd till utrymningsväg inom byggnaden.
- Ventilationsintag ska vara vända bort från E18 och E.ON, St1 och Ragnsells anläggningar.

För egendomsskydd, det vill säga ej som planbestämmelse, rekommenderas även att se över följande åtgärder för att undvika att brandgaser i händelse av en brand i närliggande verksamheter sprids in i byggnader inom aktuell detaljplan:

- Avstängningsbar ventilation.
- Möjlighet till övertrycksättning av byggnad

7. SLUTSATS & BEHOV AV FORTSATT RISKHANTERING

Nedan presenteras riskbedömningens slutsats och behov av fortsatt riskhantering.

7.1 Slutsats

Genomförd riskanalys visar på att det finns inneboende risker i närliggande verksamheter i omgivningen som kan komma att påverka aktuell detaljplan, samt att beräknad samhällsrisk är belägen inom ALARP. Beräknad individrisk från E18 visar att detaljplanen är belägen på ett avstånd från E18 där individrisken är att beakta som acceptabel.

Vidare bedöms aktuell detaljplan inte medföra någon betydande olycksrisk mot omgivningen.

Vid vidtagande av föreslagna åtgärder bedöms risknivåerna inom aktuell detaljplan med planerad exploatering vara på en tolerabel nivå och den föreslagna markanvändningen vara lämplig med hänsyn till människors hälsa och säkerhet enligt Plan- och bygglagen².

7.2 Behov av fortsatt riskhantering

Baserat på osäkerheter kopplat till vilka verksamheter som i framtiden kan komma att etableras i planområdet samt uppdragets avgränsning finns eventuellt ett behov av fortsatt riskhantering. För att uppfylla kraven på lämplig markanvändning samt genomförbarhet i åtgärder föreslås dessutom att kommunen aktivt knyter riskhantering till processen med att etablera verksamheter. För att ge en komplett bild av de risker som genereras direkt eller indirekt av planerad verksamhet samt behov av ytterligare åtgärder bedöms det vara centralt att belysa nedanstående aspekter:

- Olycksrisker inom planområdet
Vid förändring av planerad verksamhet inom planområdet behöver ev. tillkommande olycksrisker inom planområdet värderas i ett senare skede, dvs. när det är fastställt vilka verksamheter som kommer att finnas inom planområdet samt vilka transporter dessa verksamheter ger upphov till.

Eventuell etablering av verksamhet som kan komma att omfattas av Sevesolagstiftningen eller klassas som farliga verksamheter enligt Lag om skydd mot olyckor medför att särskild hänsyn måste tas till dels intilliggande verksamheter, dels intilliggande planområden. Etablering av riskfyllda verksamheter bör alltid föranledas av en riskbedömning vilken även ska beakta eventuell påverkan på E18:s funktion som riksintresse.

- Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Räddningstjänsten är att betrakta som en samhällsviktig funktion som behöver beaktas i planläggning av mark- och vatten. Räddningstjänstens insatsmöjligheter samt tillgång till brandvattenförsörjning behöver säkerställas. Även detta görs lämpligen genom en kontinuerlig riskhantering i takt med att områdets verksamhet och behov fastställs.

- Byggskedet
Vid eventuellt framtida etablering och byggskede av riskfyllda verksamheter inom detaljplanen kan verksamheternas art eventuellt medföra behov av tidsbegränsade riskreducerande åtgärder. Detta bör utredas vidare i det fortsatta genomförandet.

REFERENSER

- ¹ Structor Riskbyrå AB (2021). *Riskbedömning tillhörande detaljplaneförslag för Klövberga etapp 1 Bro, Upplands-Bro kommun*
- ² Plan och bygglagen (2010:900)
- ³ Miljöbalk (1998:808)
- ⁴ Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*
- ⁵ Länsstyrelsen Stockholms län (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Löpnummer: Fakta 2016:4.
- ⁶ Trafikverket & Länsstyrelsen Stockholm (2015). *Beslut byggnadsförbud allmänna vägar*. Beteckning 2583-1088-2013
- ⁷ SIS (2010). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering – Principer och riktlinjer*. Utgåva 1, ICS: 03.100.01;04.050. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- ⁸ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ⁹ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- ¹⁰ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.
- ¹¹ Trafikverket (2015) *NVDB på web*. [Elektronisk] Tillgänglig: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> 2022-09-19.
- ¹² Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor.
- ¹³ Länsstyrelsen Stockholm (2022), samtal och hjälp med WebbGIS.
- ¹⁴ Brandkåren Attaunda (2019) *Riskanalys 2018*, ÖvD-22558-v.3 Riskanalys
- ¹⁵ Lag (2003:778) om skydd mot olyckor t.o.m. SFS 2021:114

¹⁶ Miljökraft (2013). *Miljökonsekvensbeskrivning för detaljplan för kraftvärme- och biogasanläggning vid Högbytorp*, Upplands-Bro kommun. 2013-12-13

¹⁷ Boverket (2004). *Bättre plats för arbete – 2006*. Kalmar: Boverket.

¹⁸ E.ON Värme Sverige AB och E.ON Gas AB (2011) *Miljöriskanalys för kraftvärme- och biogasanläggning*. Framtagen av Ragn-Sells Miljökonsult AB.

¹⁹E.ON (2021) *Riskbedömning på anläggning Högbytorp Biogas avseende miljö, människors hälsa (3:e man) och myndigheter/varumärke*. (enligt Miljöbalken och 6§ förordning 1998:901 om verksamhetsutövares egenkontroll).

²⁰ Ragnsells (2022) <https://www.ragnsells.se/om-oss/affarsomraden/treatment-detox/hogbytorp/> [hämtad 2022-09-23]

²¹ Ragnsells, maildialog MJ Rostmark 2022-10-04

BILAGA A – OLYCKSSCENARIER FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

I denna bilaga presenteras de olycksscenarioer som kan förekomma i olyckor vid transport av farligt gods i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Allmänna beskrivningar av olycksscenarioer för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{1,2,3}.

ADR-S klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	Explosioner till följd av olyckor med ADR-S klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgäende uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
7 – Radioaktiva ämnen	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

8 – Frätande ämnen	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet
9 – Övriga farliga ämnen	Ett vanligt exempel på ADR-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

REFERENSER

¹ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.

² Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

³ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.

BILAGA B – FREKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS – INDATA OCH METOD

I denna bilaga beskrivs inledande metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts. För fortsatt beräkning av frekvenser för möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik, se **Bilaga C**. Resultaten redovisas i rapportdelen. För beräkningar av hur ofta olyckor med farligt gods förväntas inträffa används den metod som presenteras i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*¹. För de aktuella vägarna presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade från denna rapport.

Viktiga indata till beräkningar för E18 utöver de som redovisats i rapporten, presenteras i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Indata till olycksfrekvensberäkningar för E18.

Variabel	Väg
Hastighet [km/h]	110 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km
Bebyggelsemiljö ¹	Landsbygd
Gatu-/vägtyp ¹	Motorväg
Olyckskvot [-] ¹	0,26
Andel singelolyckor [-] ¹	0,6
Index för farligt gods olycka [-] ¹	0,42

Utgångspunkt för mängd farligt gods på E18 har varit ett nationellt genomsnitt för farligt gods på vägarna mellan åren 2016 och 2021^{2,3}. Detta då vägen har genomfartstrafik och relativt höga flöden. Andelen farligt gods på vägarna mellan åren 2016 och 2021 var i snitt 2,37 % av andelen lastbilar. Antal transporter har sedan beräknats utifrån trafikmängder och andel tung trafik. Fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFKA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Det nationella genomsnittet för fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2016 och 2021 redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Fördelning av transporter med farligt gods som används.

ADR-S-klass	Nationellt snitt. Andel [%]
1	1
2.1	7
2.2	23
2.3	0,05
3	45
4	3
5	2

6	6
7	0,4
8	10
9	3
Totalt	100

REFERENSER

¹ Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.

² Trafikanalys (2021). *Omräkning av årstabeller 2016-2021 i lastbilstrafiken*. Stockholm: Trafikanalys.

³ Trafikanalys (2021). *Lastbilstrafik 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 och 2021 helår*. Stockholm: Trafikanalys.

BILAGA C – FREKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS – HÄNDELSETRÄDSMETODIK

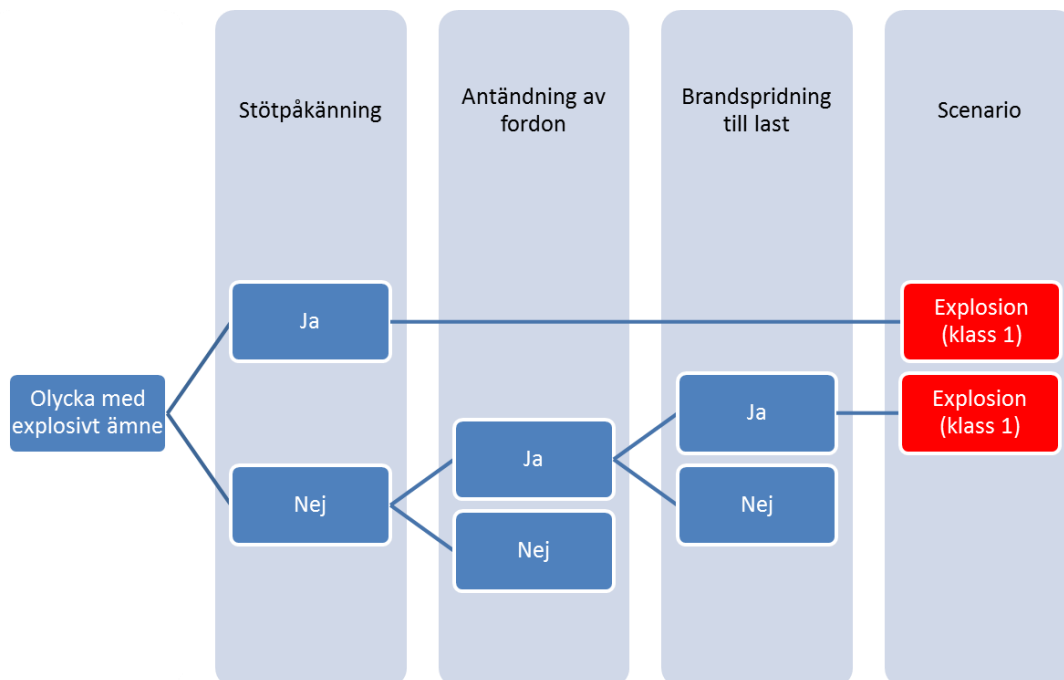
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I avsnitten nedan presenteras händelseträdd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)

För att en olycka som involverar explosiva ämnen ska leda till en explosion krävs att det transporterade godset påverkas (genom t.ex. en kraftig stöt eller brand).

Ett jämförelsevärde att förhålla sig till gällande stötpåkänning angavs av HMSO¹ baserat på brittiska data från 1950–1990. Där var sannolikheten för en stötinitierad detonation till följd av en kollision mindre än 0,2 %. Med hänsyn till utvecklingen inom trafiksäkerhet och fordonskonstruktion som skett sedan det statistiska underlaget, bedöms det vara konservativt att använda en halverad sannolikhet på 0,1 % för att en kollision leder till en stötinitierad detonation.

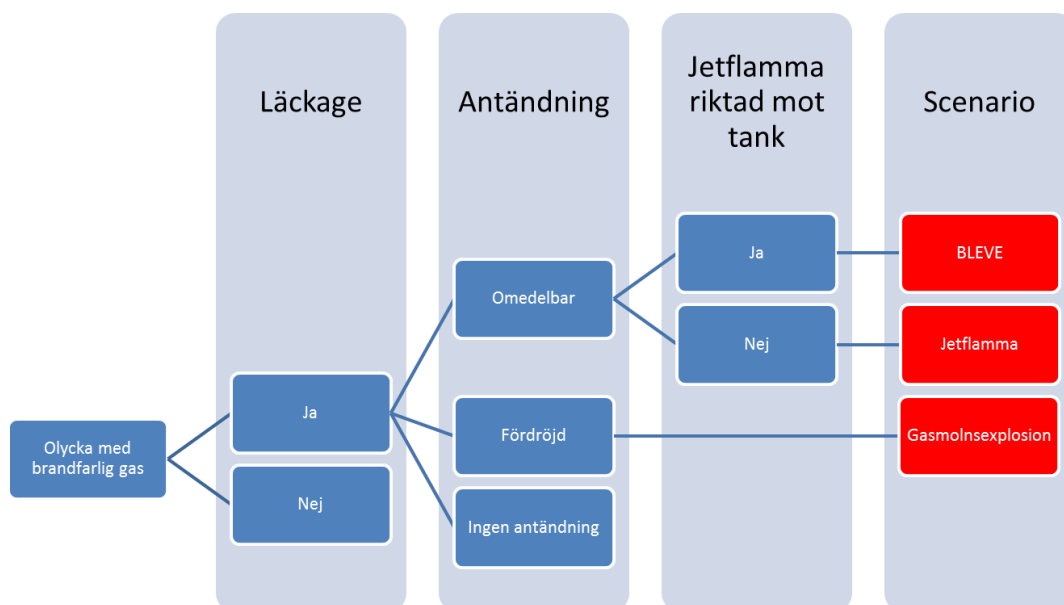
Svensk statistik visar på att sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna är ca 0,4 %². Vidare antas (som i Göteborgs fördjupade översiktsplan²), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.



Figur 12. Händelsetråd för olyckor med explosivt ämne.

Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som: jetflamma, gasmolnexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelsetrådet i Figur 13.



Figur 13. Händelsetråd för olyckor med brandfarlig gas.

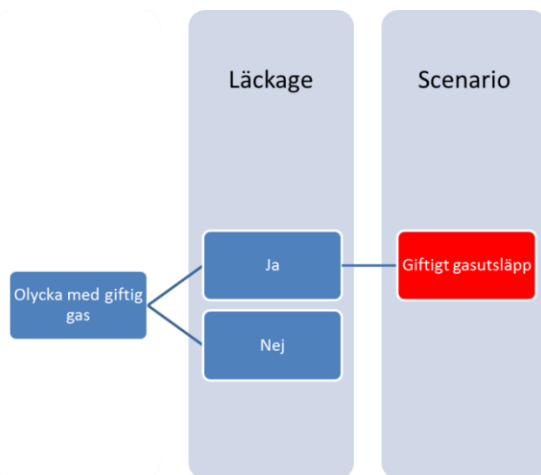
Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska¹. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*³. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i den rapporten för ”Litet utsläpp” respektive ”Stort utsläpp”:

- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)

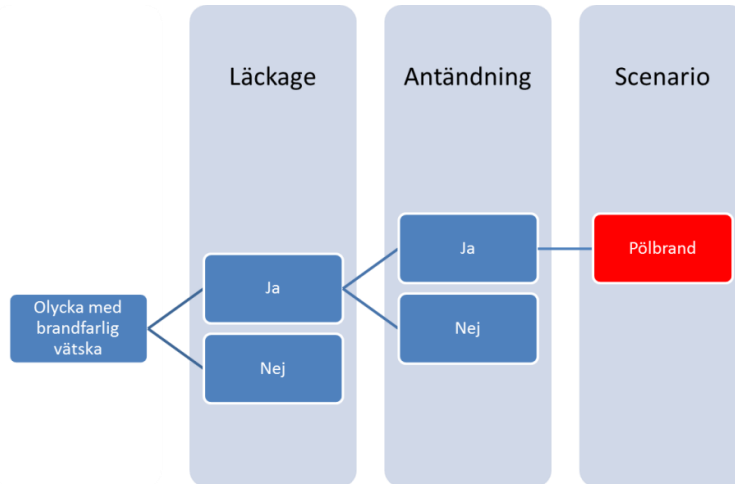
Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet, och hur långt det når, beror bland annat på läckagets storlek och vilket utflöde av gas som uppkommer. Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska¹.



Figur 14. Händelse-träd för olycka med giftig gas.

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

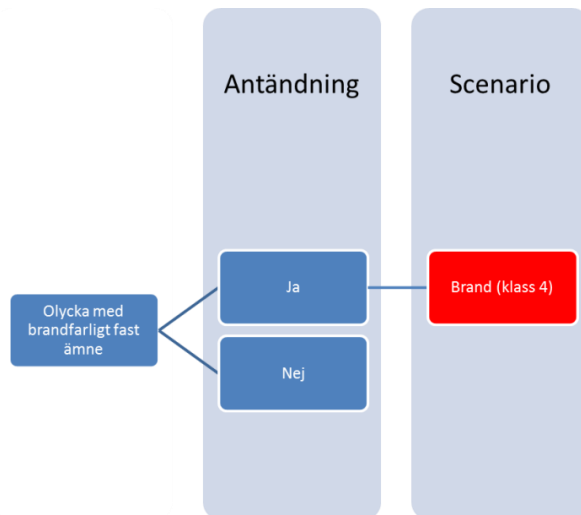
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 5 och Figur 15). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)¹. Händelse-trädet i Figur 15 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 15. Händelseträdd för olyckor med brandfarlig vätska.

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Olyckor med brandfarliga fasta ämnen kan påverka omgivningen om det sker en antändning, vilket kan resultera i en kraftig brand även om inget läckage uppstår. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett antas likt tidigare utifrån svensk statistik vara 0,4 %². Förenklat antas alla sådana bränder leda till att de transporterade brandfarliga fasta ämnena deltar i branden.



Figur 16. Händelseträdd för olycka med brandfarligt fast ämne.

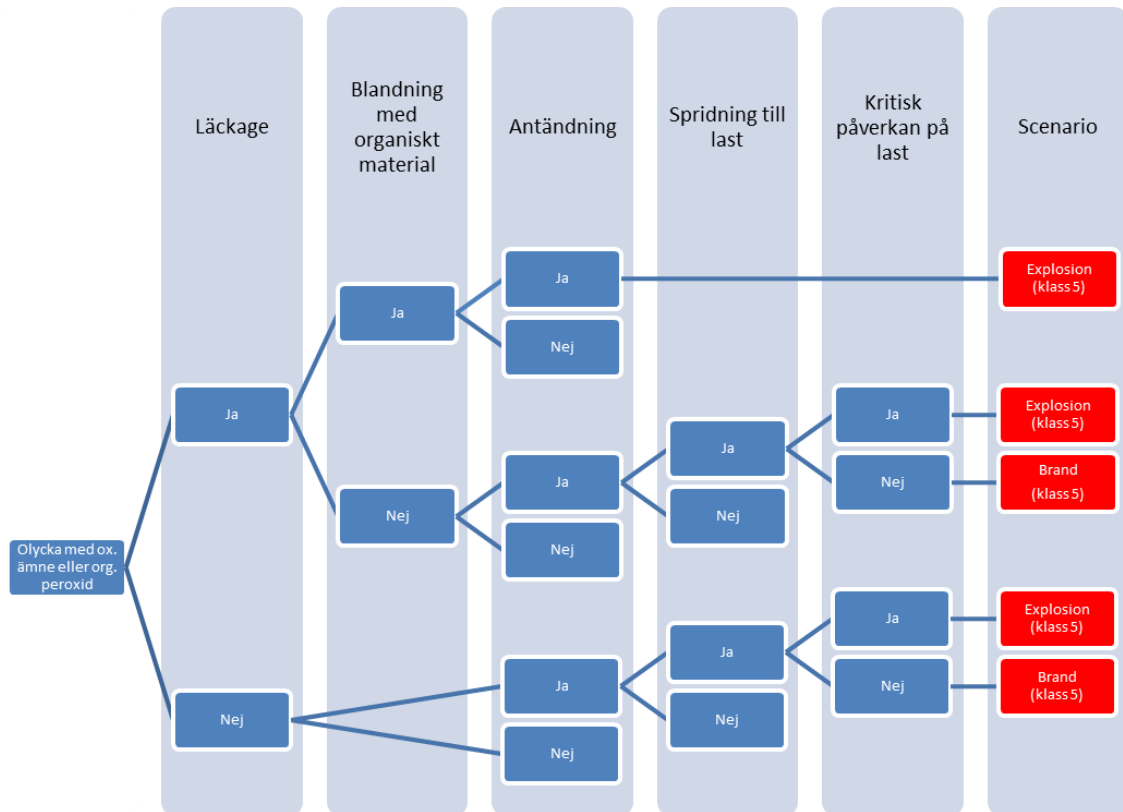
Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör

då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om någon blandning med organiskt material inte skett.

Sannolikheten för läckage antas vara samma som för gastankar enligt ovan (1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska¹). Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av ADR-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis ADR-S klass 3 (flytande organiskt material), och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 50 %⁴. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas vara jämförbar med sannolikheten för antändning av ett utsläpp av brandfarlig vätska (3,3 %¹). En sådan antändning antas resultera i en explosion.

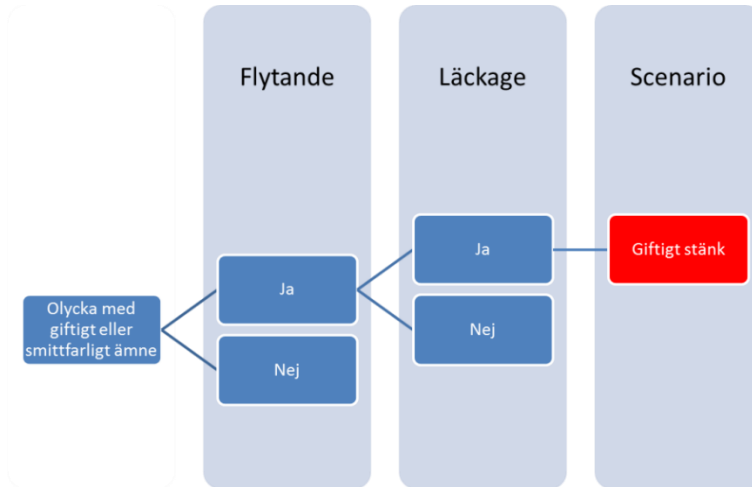
Sannolikheten för antändning som följer en olycka med läckage men utan blandning uppskattas på samma sätt som för antändning av fordon ovan till 0,4 %². Sannolikheten för att den då uppkomna branden ska sprida sig till att påverka lasten uppskattas grovt till 50 %¹. För att en brand som spridit sig och påverkar lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190°C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönderfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas⁵. Olycksstatistik för olyckor med ADR-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1–16 timmar innan detonation. Grovt antas hälften av dessa bränder leda till en sådan kraftig påverkan att en detonation (explosion) uppkommer (50 %). Detta gäller för de fall där ett utsläpp av ADR-S klass 5 också inträffat och en kraftig brand antas uppstå kring lastbilen. I de fall något utsläpp inte inträffat bedöms det grovt vara hälften så sannolikt att en brandpåverkan skulle leda till en explosion (25 %). De bränder som inte leder till någon explosion antas i modellen ändå påverka omgivningen med värmestrålning och brandgaser i en omfattning som är jämförbar med en pölbrand (ADR-S klass 3).



Figur 17. Händelseträd för olycka med oxiderande ämne eller organisk peroxid.

Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

Skador på människor till följd av olyckor med giftiga eller smittfarliga ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk från ämnet hamnar. Det innebär att det endast är i flytande form som ämnena kan medföra en akut påverkan på människor i omgivningen. Uppgifter⁴ gör gällande att omkring 23 % av den transporterade mängden ADR-S klass 6 utgörs av flytande ämnen. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 5 och Figur 18).



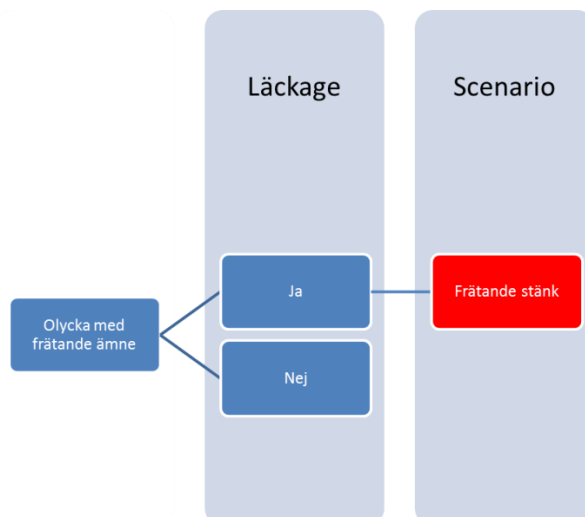
Figur 18. Händelseträd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen beaktas enligt ovan (Tabell 4) inte i denna riskbedömning.

Frätande ämnen (ADR-S klass 8)

Skador på människor till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk eller iväg kastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 5 och Figur 19).



Figur 19. Händelseträd för olyckor med frätande ämnen.

Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Beaktas (enligt Tabell 4) inte i denna riskbedömning.

REFERENSER

¹ HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission.

² SIKÅ (2001). *Vägfrikadskador* Statens institut för kommunikationsanalys, 2001

³ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

⁴ Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB

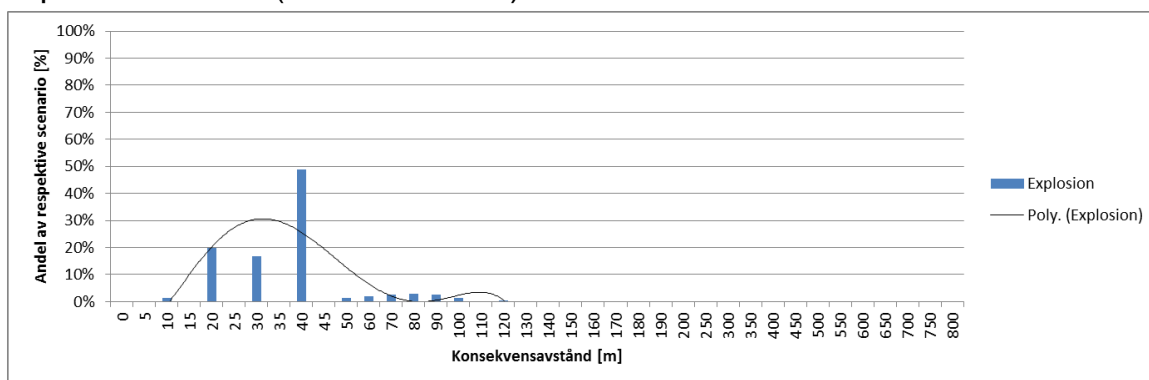
⁵ Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.

BILAGA D – KONSEKVENSBERÄKNINGAR FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

I denna bilaga beskrivs metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts avseende konsekvenser av de identifierade olycksscenarierna. Resultaten redovisas i rapportdelen.

Konsekvenserna av de identifierade typerna av olycksförlopp har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen¹ (RIKTSAM)*. Nedanstående fördelningar är anpassade utifrån resultaten däri förutom för ADR-S klass 2.1 och ADR-S klass 3. Med konsekvensavstånd menas här det avstånd inom vilket människor förväntas omkomma till följd av påverkan från olycksförloppet (exempelvis genom värmestrålning, tryckpåverkan eller toxicitet – beroende på olyckans karaktär).

Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)



Figur 20. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för explosion (ADR-S klass 1). Kurvan ”Poly. (Antagen fördelning)” visar en trendlinje som endast inkluderats för visualisering av fördelningen.

Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

Avseende händelseförloppet jetflamma används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan¹.

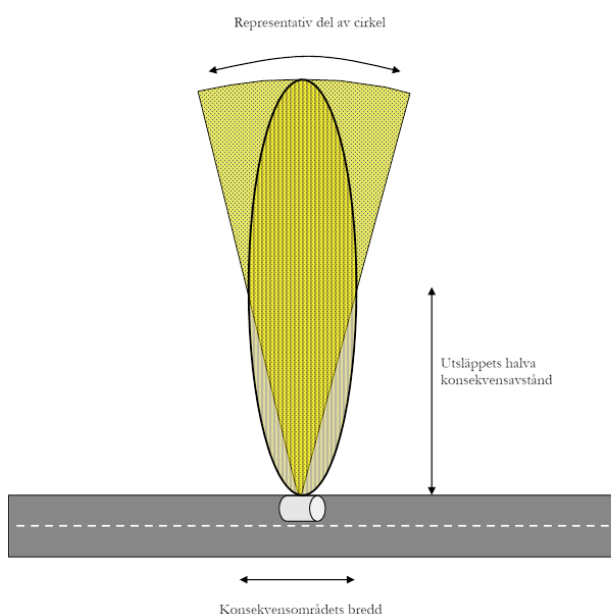
Gällande händelseförloppen gasmolnexplosion och BLEVE genomförs konsekvensberäkningar. Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1) omfattas av exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Gasol är ett exempel på en kondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg². Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, då gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

Antaganden

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*¹ utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 %¹.

När ett läckage har skett påverkar väder och vindförhållanden spridning av gaser och ångor. Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961–2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlade data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s². Vindhastighet antas vara 4 m/s. Temperaturen antas vara 15 °C och väderscenariot till stabilitetsklass D vilket är ett konservativt antagande.

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara gaser och giftiga. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område, reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken approximativ spridningsvinkel som konsekvensområdet får, enligt Figur 21.



Figur 21. Konsekvensområdet vid gasutsläpp får ofta en oval form. Utifrån konsekvensområdets längd och bredd approximeras en lämplig cirkelsektor (representativ del av cirkel) för reduktion av grundfrekvensen.

Samtliga vindriktningar antas förenklat ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brännbar gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar och att mängden gas i en tankbil alltid är 25 ton.

Vid beräkningar av värmestrålning mot omgivningen definieras acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar till 15 kW/m².³

BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*³. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket värmestrålningen blir så stor att en exponerad person antas omkomma är beräknat till 170 meter.

Gasmolnexplosion

En gasmolnexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning antas hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet förbrännas. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran *Spridning Luft* används för spridningsberäkningarna där avståndet till den undre brännbarhetsgränsen (21 000 ppm)⁴ beräknas. Som konsekvensavstånd nyttjas avståndet till brännbarhetsgränsen tillsammans med en säkerhetsmarginal för att ta hänsyn till strålningspåverkan som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Säkerhetsmarginalen beräknas genom en konservativ strålningsberäkning utifrån gasmolnets höjd och bredd, samt i utsläppets riktning.

Beräkningarna resulterar i ett konsekvensområde som enligt Figur 21, approximeras med en cirkelsektor (anges som en vinkel, i grader).

Konsekvensavstånd

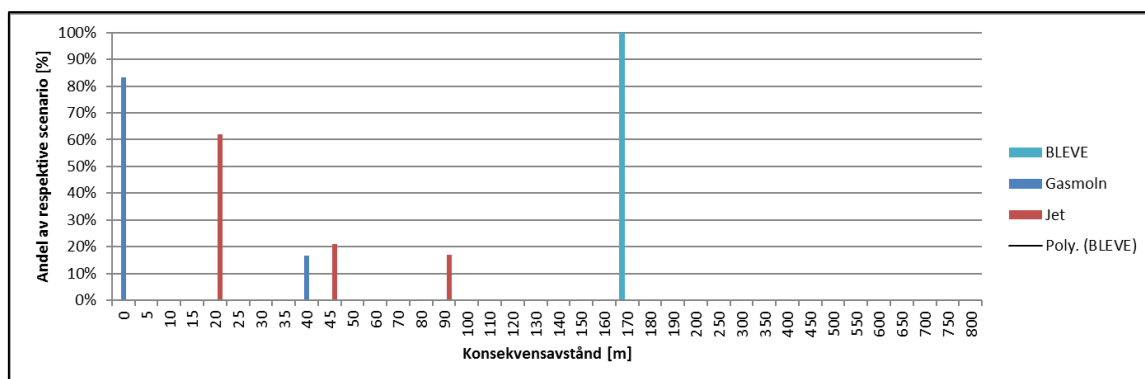
Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1, se Tabell 7.

Tabell 7. Beräknade konsekvensavstånd för plym med gas inom vilket personer antas omkomma.

Scenario	Konsekvensavstånd [m]	Vinkel [grad]
BLEVE	170	360
Gasmolnexplosion - litet läckage	0*	-
Gasmolnexplosion - mellanstort läckage	0*	-
Gasmolnexplosion - stort läckage	48	35

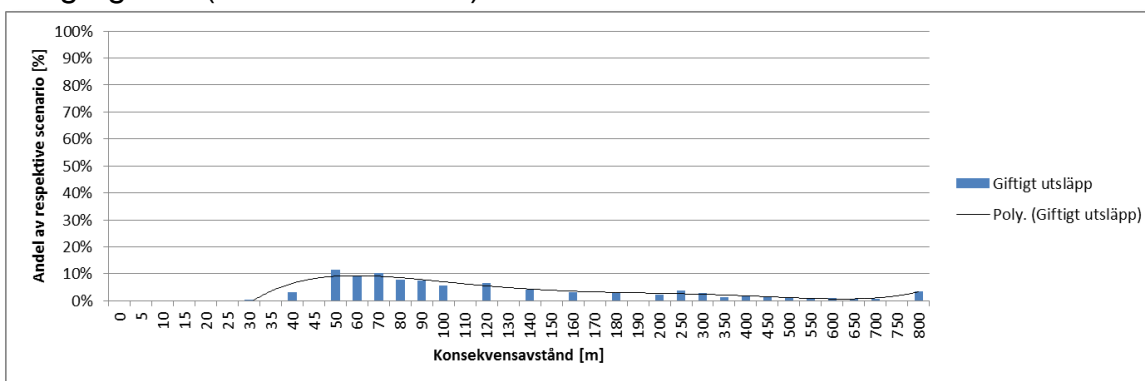
* Konsekvensavståndet blir noll meter då läckageflödet är så litet att någon gasvolym med en gaskoncentration inom brännbarhetsområdet inte uppkommer.

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 22.



Figur 22. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasmolnexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)



Figur 23. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas (ADR-S klass 2.3).

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

ADR-S klass 3 omfattas av brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel. Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3⁵. Brandfarliga vätskor med låg flampunkt (till exempel bensin) antänds lättast⁶. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska utgöras av bensin.

Antaganden

För beräkningar av konsekvensavstånd tillämpas den etablerade metoden i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*¹. Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig vätska är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*¹ som *litet*, *medelstort* eller *stort*, utifrån vilken pölstorlek de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*medelstort*) samt 400 m² (*stort*). Vid läckage från tankbil med släp bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 25%, 25% och 50%¹.

I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m. Med avseende på pölbrand antas det grovt

att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Skydd antas finnas längs vägkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan.

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds, då en brand sprider giftiga brandgaser och genererar värmestrålning mot omgivningen uppstår. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m^2 . Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2–3 sekunder) samt tolerabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar^{2,3,7}.

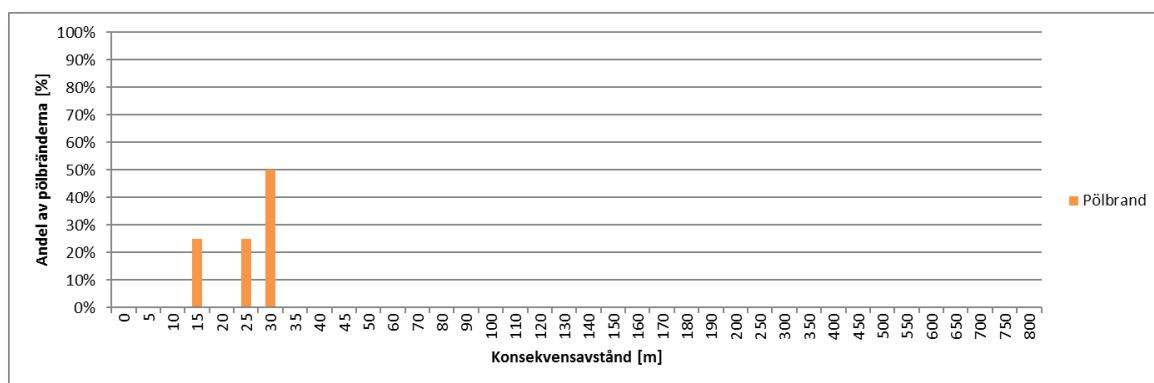
Konsekvensavstånd

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av beräkningar i enlighet med Bilaga E. Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 3, se Tabell 8.

Tabell 8. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]	Fördelning
Litet utsläpp	50 m ²	7,1	12 m	25%
Mellanstort utsläpp	200 m ²	14,15	22 m	25%
Stort utsläpp	400 m ²	20	28 m	50%

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 24.



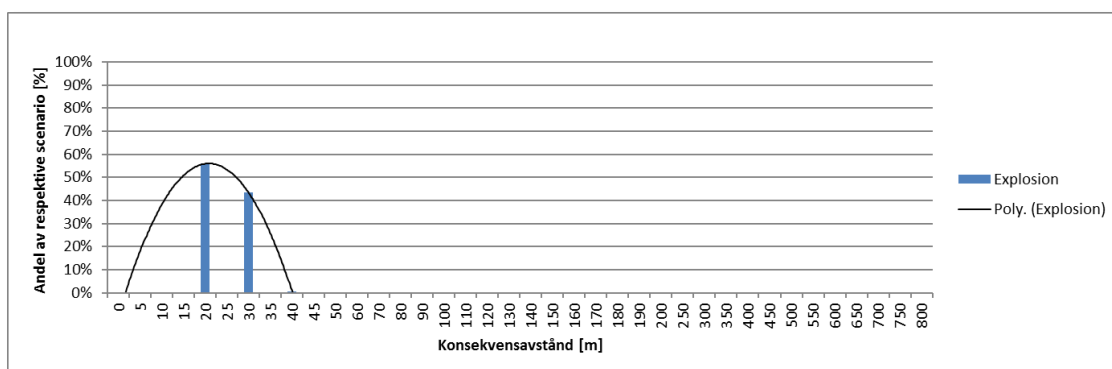
Figur 24. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för pölbränder (ADR-S klass 3).

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4) antas ha samma konsekvensavståndsfördelning som brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt.

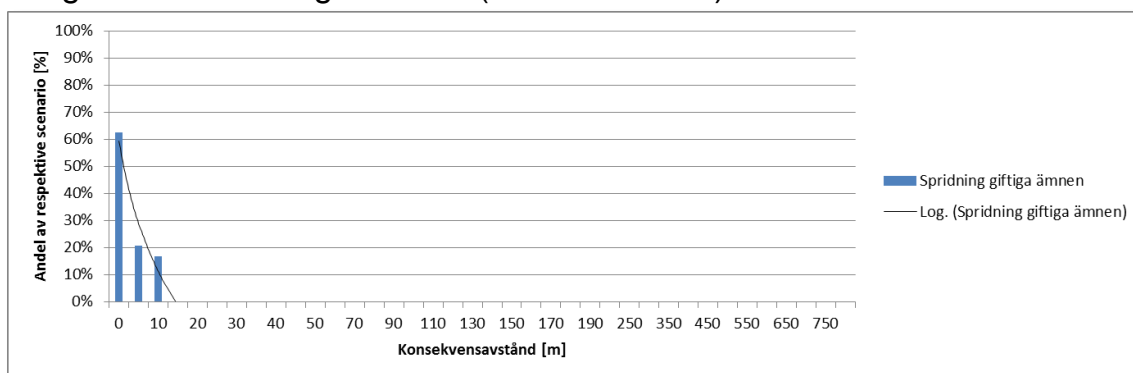
Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

Fördelningen vid bränder för oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5) antas ha samma konsekvensavstånd som för brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner redovisas i Figur 25.



Figur 25. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner med oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5).

Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

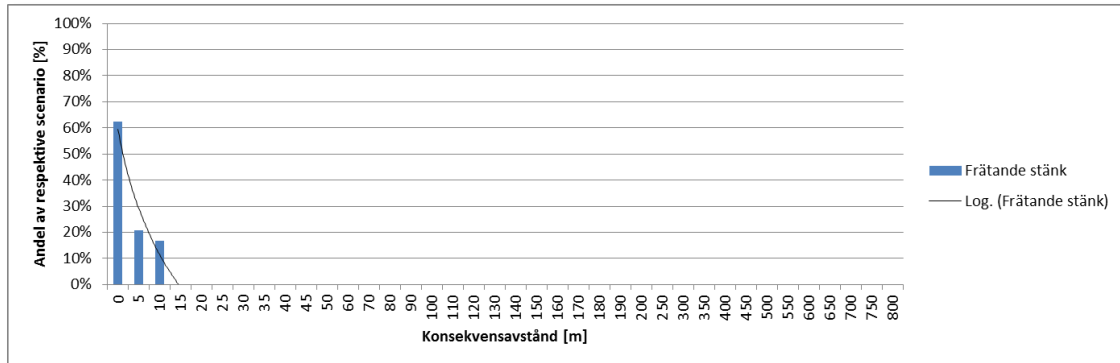


Figur 26. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6).

Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

Frätande ämnen (ADR-S klass 8)



Figur 27. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med frätande ämne (ADR-S klass 8).

Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Övriga farliga ämnen (ADR-S klass 9) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

REFERENSER

¹ Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. OS147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).

² SMHI (2006). Vindstatistik för Sverige 1961-2004. 25 maj 2006, Hans Alexandersson.

³ Lunds Universitet et al. (2012). Brandskyddshandboken.

⁴ CDC (2018). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Propane. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/74986.html> , hämtat: 2018-03-21.

⁵ SPBI (2018). Statistik. <http://spbi.se/statistik/> , 2018-06-12. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, 2018.

⁶ Räddningsverket (2000). Räddningskemi - Farliga ämnen. Räddningsverket, Halmemies, Sakari, 2000.

⁷ BBR. Boverkets byggregler, BFS 2006:12. u.o., Karlskrona : Boverket, 2006

BILAGA E - RISKUPPSKATTNINGAR FÖR PÖLBRAND

I denna bilaga beskrivs dimensionerande förutsättningar, antaganden och metod för genomförda strålningsberäkningar för pölbrand med avseende påverkan på människa och icke brandklassad fasad.

Typ av drivmedel

Beroende på vilket drivmedel som släpps ut kommer den utsläppta vätskan vara olika lättantändlig där bensen bildar mycket lättantändliga blandningar medan dieselångor är mer svårantändliga.

Antändning kan ske genom att den gas-/luftblandningen som uppkommer vid avångning av en pöl med brandfarlig vätska kommer i kontakt med en tändkälla som exempelvis heta motordelar, statisk elektricitet eller en öppen låga. Gas-/luftblandningen är tyngre än luft för samtliga drivmedel. Detta innebär att den ibland kan spridas till lågt liggande utrymmen som kulvertar, rörledningar, källare m.m. eller föras med vinden och antändas på avstånd från själva utsläppspunkten.

Strålningen som avges från en pölbrand med en viss storlek är beroende av förbränningseffektiviteten, förbränningshastigheten per ytenhet samt förbränningsvärmens.

Tabell 9. Förbränningsparametrar för pölbränder för olika drivmedel.

Drivmedel	Förbrännings-effektivitet	Förbränningshastighet per ytenhet	Förbränningsvärme
Bensin	0,7 ¹	0,055 kg/m ² s ²	43 700 kJ/kg ²
Diesel	0,7 ^{1,2}	0,048 kg/m ² s ²	43 600 kJ/kg ³

Ur tabellen kan det utläsas att bensin är det drivmedel som kommer att ge upphov till den största utvecklade effekten utifrån en given pölarea. Detta då bensin har både högst förbränningshastighet och förbränningsvärme.

En annan viktig parameter för att bedöma påverkan från pölbranden på bebyggelse är att bedöma en eventuell pölbrands källa och utbredning.

Strålningsberäkningar avseende pölbränder med brandfarliga vätskor
Värmestrålningen från en pölbrand med brandfarlig vätska kan beräknas i följande steg:

1. Beräkning av brandeffekt för den aktuella pölstorleken
2. Beräkning av flammans höjd och temperatur,
3. Beräkning av synfaktor,

4. Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden.

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd beräknas för att sedan användas för att beräkna den så kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen. Temperaturen hos flammen ligger till grund för beräkningen av hur mycket infallande strålning som mottas av ytor på olika avstånd från branden.

Brandeffekt

För pölbränder med relativt stora diametrar (> 2 m) kan brandeffekten från en pöl beräknas utifrån följande samband:

$$\dot{Q} = \chi \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot A_f$$

där

\dot{Q} = utvecklade effekt (kW)

χ = förbränningseffektivitet

\dot{m}'' = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m²s)

ΔH_c = förbränningsvärme (MJ/kg)

A_f = pölstorlek (m²)

Ekvivalent branddiameter

Brandens ekvivalenta diameter (D) beräknas ur:

$$D = \sqrt{\frac{4A_f}{\pi}}$$

Flamhöjd

Flamhöjden H_f (m) för kvadratiska pölar och rektangulära pölar där längden på pölen inte är större än två gånger bredden beräknas med hjälp av följande ekvation¹

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

För pölar där längden är betydligt större än bredden beräknas flamhöjden som:

$$H_f = 0.035 \cdot (\dot{Q}/L)^{2/3}$$

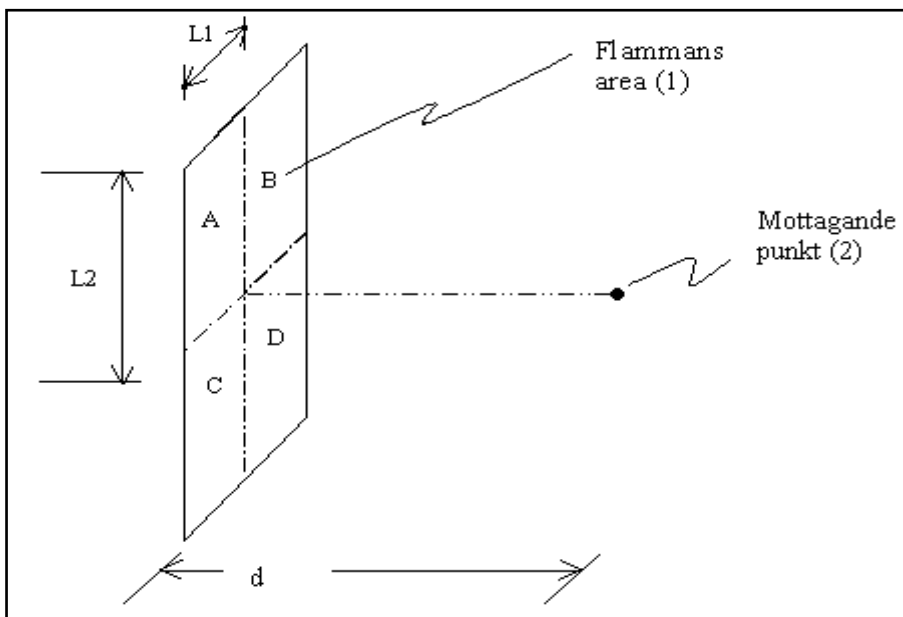
Flamtemperatur

Flamtemperaturen T_f utgör medeltemperaturen i flammans, temperaturen i själva flamspetsen (T_t) är ca 540°C (813 K) och flammans maximala temperatur (T_b) antas för samtliga studerade ämnen vara 1000°C (1273 K). Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Utifrån dessa antaganden kan medeltemperaturen i flammans bestämmas. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flammans och erhålls enligt:

$$T_f = \left(\frac{T_b^4 + T_t^4}{2} \right)^{1/4} = \left(\frac{1273^4 + 813^4}{2} \right)^{1/4} = 1112K$$

Synfaktor

Synfaktorn F anger hur stor andel av den emitterade strålningen från flammans (1) som når den mottagande punkten eller ytan (2), se Figur 1. Vid beräkningen av synfaktorn antas att flammans är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då flammans i själva verket normalt är betydligt smalare i toppen än i basen.



Figur 1. Principiell modell för beräkning av synfaktor.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

där $F_{A1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1$$

där θ_1 och θ_2 är infallande vinkel (i aktuellt fall 0), och $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas på samma sätt för dess mått där:

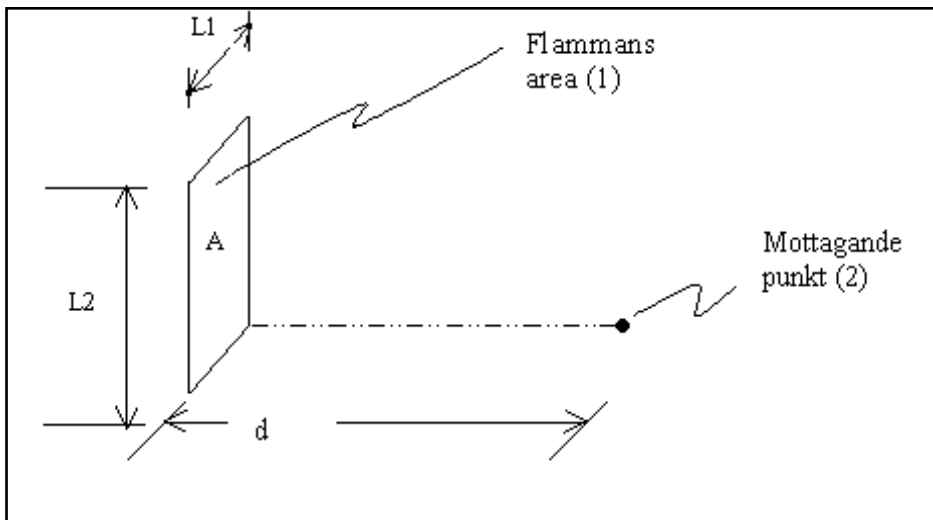
$$A_1 = L_1 \cdot L_2 \text{ enligt Figur 28.}$$

För beräkning av respektive ytas synfaktorer används följande ekvation

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt Figur 28.}$$



Figur 28. Synfaktor för yta A.

I det fallet då ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att det är den mest kritiska punkten på avståndet d från branden som studeras, vilket är det som eftersöks vid beräkningar av konsekvensavstånd.

Infallande strålning – vinkelrätt från flammen

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Emissiviteten, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och

egenskaper, särskilt vid ytan. Exempelvis kan sägas att en blankpolerad yta har mycket lägre emissivitet än en mörk skrovlig yta. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \varepsilon \sigma F T_f^4$$

där

q_r'' = Infallande strålning (kW/m²)

ε = Emissionstal

σ = Stefan-Boltzmanns konstant (= 5.67×10⁻¹¹ kW/m²K⁴)

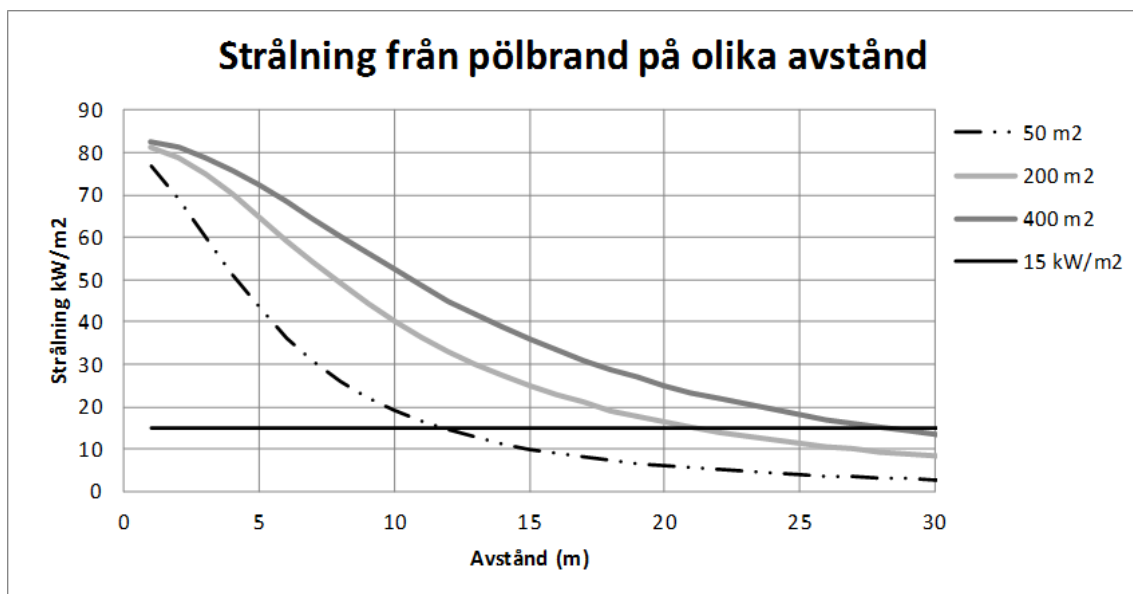
F = Synfaktor

T_f = Flammans medeltemperatur

Emissionstalet för en flamma varierar med materialets egenskaper och tjockleken på flaman, vilket tas hänsyn till i beräkningarna.

Resultat

De strålningsnivåer som, för olika vätskeformiga drivmedel, kan uppnås till följd av valda pölstorlekar presenteras i Figur 2. Strålningsnivåer värderas mot 15 kW/m² (svart streck) som acceptanskriterium för icke brandklassad fasad³.



Figur 2. Strålning från pölbränder med bensin i pöl.

De konsekvensbaserade skyddsavstånden för icke brandklassad fasad för valda pölstorlekar visas i Tabell 8 nedan. Dessa avstånd räknas från väggkant eftersom skydd antas finnas längs väggkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.

Tabell 10. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]
Litet utsläpp	50 m ²	7,1	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m ²	14,15	22 m
Stort utsläpp	400 m ²	20	28 m

BILAGA F – BERÄKNING AV RISKNIVÅER FÖR OLYCKA MED TRANSPORT AV FARLIGT GODS

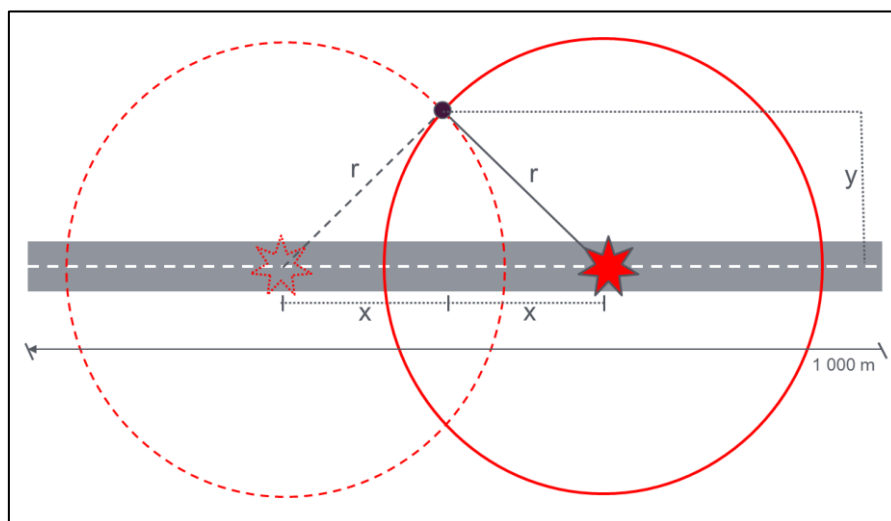
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk genomförs.

Individrisk

Beräkningsmetoden som används i denna riskbedömning bygger på den metod som används ibland andra Helsingborgs stads *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*⁴.

Resultaten av frekvens- och konsekvensberäkningarna ovan räknas samman till en risknivå utmed den aktuella vägsträckan genom en beräkningsgång som kan beskrivas enligt följande (med scenariot pölbrand som exempel).

En specifik punkt i omgivningen påverkas endast av en olycka som inträffar på en vägsträcka nära punkten. Längden på denna sträcka beror på punktens avstånd från vägen och hur stort område som det studerade olycksscenarioet påverkar, se Figur 29.



Figur 29. Olyckor med konsekvensavståndet (r) måste inträffa någonstans på sträckan ($2x$) för att påverka en given punkt på ett avstånd (y) från vägen. Med hjälp av Pythagoras sats kan sträckan ($2x$) beräknas, givet att konsekvensavståndet (r) samt avståndet till vägen (y) är känt.

Resonemanget i Figur 29 leder till att en frekvenskorrigeringsfaktor som är specifik för en punkt på ett givet avstånd kan beräknas. Frekvenskorrigeringsfaktorn är två gånger sträckan x dividerat med längden på den studerade sträckan. Beräkningarna bygger vidare på att ett stort antal punkter i omgivningen (olika värden på y) studeras med upprepade beräkningar för alla de identifierade olycksscenarioerna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på y) är:

0–50 meter från vägkant

Var 5:e meter

50–200 meter från väggkant Var 10:e meter

200–800 meter från väggkant Var 50:e meter

Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir:

$$\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}, \text{ se Tabell 11.}$$

Tabell 11. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).

	Studerat avstånd (y) [m]				
↓ Olyckan når (r) [m]	0	5	10	15	... 800
0	0	-	-	-	0
5	0,01	0	-	-	0
10	0,02	0,02	0	-	0
15	0,03	0,03	0,02	0	0
20	0,04	0,04	0,03	0,03	0
...					0
800	1,60	1,60	1,60	1,60	0

Vidare har det i konsekvensberäkningarna ovan uppskattats fördelning av hur långa konsekvensavstånd som förväntas uppstå vid de olika scenarierna, se Tabell 12. Dessa värden är tillämpade utifrån Figur 12 till Figur 27.

Tabell 12. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).

	Sannolikhetsfördelning konsekvensavstånd
↓ Olyckan når [m]	Pölbrand
0	x %
5	y %
10	z %
15	w %
...	
800	0 %

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 11 och Tabell 12) ovan redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]				
↓ Olyckan når [m]	0	5	10	15	... 800
0	0	-	-	-	...
5	0,0001	0	-	-	...
10	0,0010	0,0009	0	-	...
15	0,0024	0,0023	0,0018	0	...
20	0,0072	0,0070	0,0062	0,0048	...
...					0

Respektive kolumn summeras sedan för att ge en total reduceringsfaktor för respektive avstånd, se Tabell 14. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenarierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 15.

Tabell 14. Kolumnvis summering av Tabell 13 (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]				
	0	5	10	15	... 800
Reduceringsfaktor	0,051	0,050	0,046	0,040	... 0

Tabell 15. Justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
Pölbrand	1	<i>Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
BLEVE	1	<i>BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.</i>
Jetflamma	0,2	<i>Jetflamman antas riktas mot en specifik plats på en sida av olyckan i 20 % (1/5) av fallen (den första av fem följande riktningar på flamman antas drabba en specifik plats: rakt mot platsen, rakt från platsen, uppåt samt vinkelrätt från platsen åt två håll).</i>
Gasmolnsexplosion	0,06	<i>Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt³ ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen (22/360=0,06).</i>

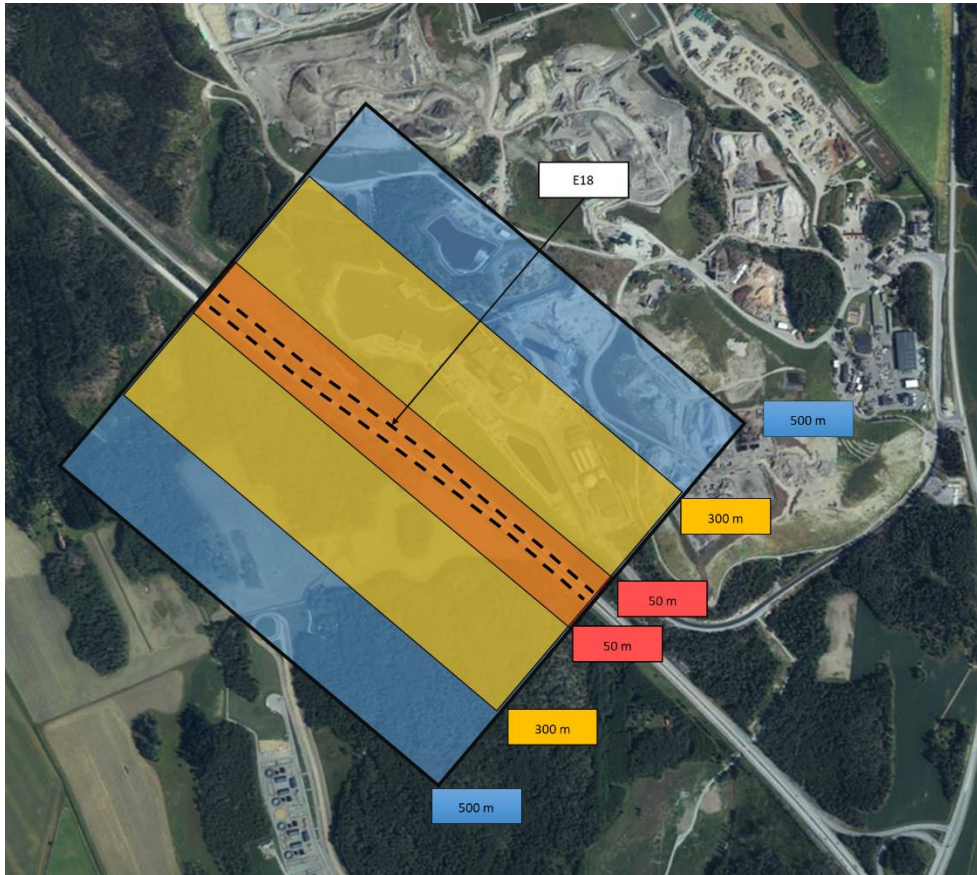
Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 16). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

Tabell 16. Resulterande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]			
	0	5	10	...
Individrisk	$0,051 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,050 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,046 \cdot 1 \cdot (f)$...

Samhällsrisk

Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt⁴. En kvadratkilometer stort område kommer därmed även att inkludera ytor runt om planområdet, se Figur 30. Laga kraftvunna detaljplaner, den aktuella detaljplaneändringen nyttjas för det valda studerade horisontåret år 2040 används i beräkningarna.



Figur 30. Aktuell kvadratkilometern där påverkan från E18 beräknas. (grundkarta från Eniro)

Inom beräknad kvadratkilometer finns inga bostäder mer än ett fritidshus inom zon 300-500 m söder om E18. En uppskattning av persontätheten inom verksamheterna inom kvadratkilometern tillhandhålls direkt från befintliga verksamheter i området (St1, E.ON, Ragnsells). För aktuell detaljplan antas en persontäthet utifrån uppgifter från planerad hyresgäst.

Kraftvärmeverket E.ON Högbytorp har personal på plats dygnet runt, medan St1 Biogasanläggning och Ragnsells har personal på platsdagtid och beredskapspersonal på kvällar och helger.

Känslighetsanalys

Två känslighetsanalyser genomförs. En känslighetsanalys där persontätheten inom aktuell detaljplan fördubblas och en där trafikflödet (ÅDT) på E18 antas öka med 20 %.

Använda värden persontäthet

Utifrån uppskattningar av antalet människor i området kan persontätheter för olika delområden beräknas, vilka presenteras nedan. Planerad verksamhet kommer att skapa omkring 3000 nya arbetstillfällen. De anställda vid planerad verksamhet kommer att arbeta i tre skift, varpå 1000 personer antas befinna sig i verksamheten dygnet runt i

grundberäkningen. I känslighetsanalyserna ökas det antalet till 1500 personer vilket bedöms konservativt.

Området har delats upp i sex delar - tre delar norr om vägen och fyra delar söder om vägen. För att beräkna samhällsrisken har en förenkling gjorts i form av att befolknings-tätheten bedöms vara likformig inom varje specifik del av området.

Utifrån tidigare uppskattningar om antal människor som vistas inom planområdet och den omgivande kvadratkilometern kan persontätheter beräknas (personer/km²), se Figur 31 och Figur 32. Bebyggelsefria avstånd har antagits enligt nedan.

Total [personer/km ²]		
300–500 m	415	Nord
50–300 m	1 633	
0–50 m	10	
Vägen		
0–50 m	10	Syd
50–300 m	20 411	
300–500 m	41	
<1 000 meter>		

Figur 31. Persontäthet som nyttjats i grundberäkningen av samhällsrisken längs med E18.

Total [personer/km ²]		
300–500 m	415	Nord
50–300 m	1 633	
0–50 m	10	
Vägen		
0–50 m	10	Syd
50–300 m	30 617	
300–500 m	41	
<1 000 meter>		

Figur 32. Persontäthet som nyttjats i känslighetsanalys där persontätheten inom aktuell detaljplan (zon 50-300 m) ökats till.

REFERENSER

¹ Karlsson, B & Quintiere, J.G. (2000). Enclosure Fire Dynamics, 2000.

² Tewarson, A. (2002). Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire – Chapter 3.4 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition, Quincy, 2002.

³ Miljöförvaltningen i Stockholm kommun (2006). Säkerhetsaspekter med E85 som drivmedel, Stockholm, 2006.

⁴ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.