



POSTGÅRDEN, KVARTER G ETAPP 2, ÅRSTAFÄLTET RISKBEDÖMNING


Rapport 10203731

2015-04-20, Reviderad (Rev2) 2015-06-16

Upprättad av: Gustav Nilsson

Granskad av: Fredrik Larsson

Godkänd av: Joakim Almén

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

RISKBE-

DÖMNING POSTGÅRDEN KVARTER G

KUND

Midroc Property Development AB
Box 5785
114 87 Stockholm

KONSULT

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

KONTAKTPERSON


Joakim Almén
joakim.almen@wspgroup.se
Tel: +46107228566

Rev1:

Reviderad 2015-05-20 efter tredjepartsgranskning från Tyréns AB. Reviderade stycken markeras med vertikalt streck i vänstermarginal likt för detta stycke.

Rev2:

Reviderad 2015-06-16 med anledning av förtydligande kring säkerhetsavstånd till drivmedelsstation samt nya planer och sektioner. Reviderade stycken markeras med dubbelstreck i vänstermarginal likt för detta stycke.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

SAMMANFATTNING

WSP har på uppdrag av Midroc Property Development AB utfört en riskbedömning för att redogöra för möjligheten att exploatera kvarter G på Årstafältet. Planområdet är i tre av fyra väderstreck omgärdat av riskkällor i form av farligt godsleder, drivmedelsstation och anläggning som hanterar ammoniak.


- Martin & Servera hanterar 2000 liter ammoniak som köldmedium.
- Åbyvägen utgör sekundär transportled för farligt gods och är belägen strax högre än planområdet.
- Södra länken utgör primär transportled för farligt gods och är belägen ungefär fem meter under planområdets nolläge.
- Drivmedelsstation hanterar brandfarlig vätska samt brandfarlig gas.

Beräkningarna visar på en förhöjd individrisk inom 20-30 meter från respektive väg och 130 meter från Martin & Servera, samt samhällsrisknivåer som kräver åtgärdsimplementering.

WSP:s samlade bedömning av riskbilden är att en exploatering av området är möjlig förutsatt att nedanstående åtgärder och restriktioner åtföljs:


- Någon form av avskiljning (vall, mur etc.) ska konstrueras utmed Åbyvägen för att förhindra pölutbredning och avåkning mot planområdet som är beläget lägre än körbanan.
- Fasader som vetter mot Åbyvägen och Södra länken ska utformas täta, i obrännbara material och med ett brandmotstånd om minst EI 30 inom 25 meter eller där beräknad infallande strålning överstiger 15 kW/m².
- Fasader mot Martin & Servera ska utformas täta för att förhindra inträngning av ammoniak i boendemiljön.
- Friskluftsintag ska placeras högt för att försvåra inträngningen av giftiga gaser och brandrök till de boendes inomhusmiljö.
- Utrymningsvägar ska förläggas och utformas så att inget scenario förhindrar samtliga utrymningsmöjligheter.
- Vegetation mot Södra länken bör behållas då den bedöms ge ett skydd mot strålning och transport av gasmoln.
- Ytor kring byggnaden ska inte utformas på ett sätt vilket uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Mark inom 10 meter från transportled för farligt gods får inte bebyggas oavsett övrig åtgärdsimplementering. Detta då kortare avstånd kan ge upphov till extrem strålningspåverkan och risk för mekanisk påverkan i händelse av avkörning även om övriga åtgärder är vidtagna.

För att möta de byggnadstekniska åtgärdskraven föreslår WSP att byggnaden förses med korridorer/inbyggda loftgångar i riktning mot samtliga riskkällor för att förhindra brandspridning och inläckage av ammoniak i lägenheterna.


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
1.1	Syfte och mål	6
1.2	Avgränsningar	6
1.3	Styrande dokument	6
1.4	Underlagsmaterial	8
1.5	Internkontroll	8
2	OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1	Omgivning	9
2.2	Planområdet	9
3	OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METOD	14
3.1	Begrepp och definitioner	14
3.2	Metod för riskinventering	15
3.3	Metod för riskuppskattning	15
3.3.1	Transport av farligt gods	15
3.3.2	Drivmedelsstation	15
3.3.3	Ammoniakhantering	15
3.3.4	Individrisk	15
3.3.5	Samhällsrisk	16
3.4	Metod för riskvärdering	17
3.4.1	Riskkriterier, individ- och samhällsrisk	17
3.5	Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder	19
4	RISKIDENTIFIERING	20
4.1	Identifiering och beskrivning av riskkällor	20
4.2	Transportleder för farligt gods	20
4.2.1	Transport av farligt gods på Södra länken (väg 75)	21
4.2.2	Transport av farligt gods på Åbyvägen	22
4.3	Drivmedelsstation, kv. Frukståndet 2	22
4.4	Ammoniakhantering, Martin & Servera	22
4.4.1	Tröskelvärden för exponering	23
4.4.2	Utsläpp	23
5	RISKVÄRDERING	25
5.1	Södra länken	25

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5.1.1	Individrisknivå	25
5.1.2	Samhällsrisknivå	26
5.2	Åbyvägen	27
5.2.1	Individrisknivå	27
5.2.2	Samhällsrisknivå	28
5.3	Drivmedelsstation, kv. Frukståndet 2	28
5.4	Ammoniakantering, Martin & Servera	29
5.4.1	Individrisknivå	29
5.4.2	Samhällsrisknivå	30
5.5	Sammanvägd risk	30
6	DISKUSSION	33
6.1	Byggnadsutformning	33
6.2	Förutsättningar Södra länken	33
6.3	Scenarioupställning ammoniak	34
6.4	Konservativa antaganden	34
7	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	36
7.1	Föreslagna åtgärder	36
7.1.1	Begränsad pölutbredning	36
7.1.2	Brandskyddad fasad	36
7.1.3	Disposition av byggnad	36
7.1.4	Vegetation	37
7.1.5	Friskluftsintag	37
7.1.6	Stadigvarande vistelse	38
7.1.7	Skyddsavstånd	38
7.2	Sammanfattning av rekommenderade åtgärder	38
8	SLUTSATSER	39
	BILAGA A. STATISTISKT UNDERLAG	40
	BILAGA B. FREKVENSBERÄKNINGAR	42
	BILAGA C. KONSEKVENSBERÄKNINGAR	55
	BILAGA D. BERÄKNINGAR AMMONIAK	62
	BILAGA E. BEGRÄNSAD PÖLUTBREDNING	66

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

1 INLEDNING

WSP Sverige AB har av Midroc Property Development fått i uppdrag att genomföra en riskbedömning med avseende på närhet till drivmedelsstation, transportleder för farligt gods samt anläggning som hanterar ammoniak i samband med framtagande av detaljplan på Årstafältet i Stockholm.

Planområdet är i tre av fyra väderstreck omgärdat av riskkällor i form av farligt godsleder, drivmedelsstation och anläggning som hanterar ammoniak. Kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-led är ca 15 meter. Enligt länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led [1]. Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

1.1 Syfte och mål

Syftet med riskbedömningen är att utgöra underlag till utformningen av detaljplanen, beträffande hanteringen av olycksrisker enligt de krav som Plan- och bygglagen ställer på att människors hälsa och säkerhet skall beaktas. Syftet är också att efterleva länsstyrelsens rekommendationer om riskhantering nära transportleder för farligt gods och närhet till drivmedelsstation.

Målet är att kvalitativt analysera risksituationen inom planområdet och utifrån den fastställa om riskreducerande åtgärder behövs för att kunna genomföra föreslagen exploatering, och om så är fallet föreslå lämpliga riskreducerande åtgärder.

1.2 Avgränsningar

Uppdraget omfattar analys av riskpåverkan från drivmedelsstation belägen på *Fruktståndet 2*, transport av farligt gods på väg 75 (Södra länken) och Åbyvägen samt närhet till Martin & Servera på *Postgården 2* där ammoniak hanteras.

Analysen fokuserar uteslutande på personsäkerhet i samband med plötsliga skadehändelser. Miljörisker och ekonomiska risker beaktas ej. Riskmått presenteras som individ- och samhällsrisk beräknad utifrån en sammanvägning av konsekvens och sannolikhet för identifierade skadehändelser.


Resultatet av riskbedömningen gäller under angivna förutsättningar. Vid förändring av förutsättningarna behöver riskbedömningen uppdateras.

1.3 Styrande dokument

Plan- och Bygglagen (2010:900) anger följande:

Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

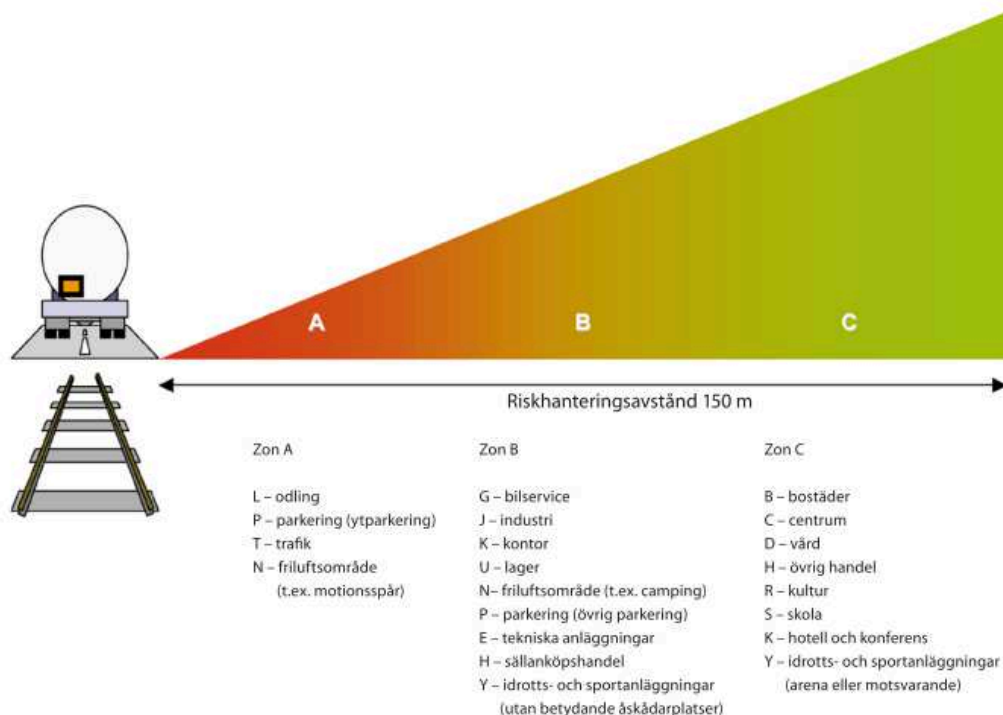
1. människors hälsa och säkerhet, ... (2 kap. 5§)

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Vid planläggning och i ärenden om bygglov enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till:

2. skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (2 kap. 6§).

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplaneprocessen [1] anger att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods. I Figur 1 illustreras lämplig markanvändning i anslutning till transportleder för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser, utan riskbilden för det aktuella planområdet är avgörande för markanvändningens placering. En och samma markanvändning kan därmed tillhöra olika zoner.




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

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationer som stöd i arbetet med att ta hänsyn till risker i planprocessen, till exempel:

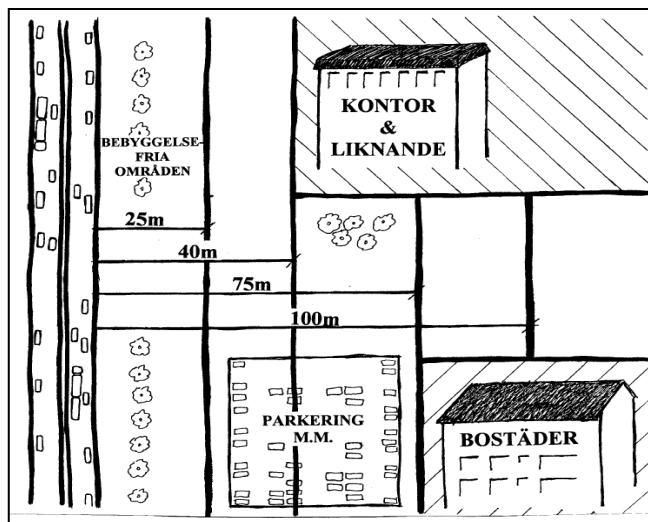
- Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag [2].
- Riskhantering i detaljplaneprocessen [1].

Dessa dokument utgör generella rekommendationer beträffande vilka krav som bör ställas på riskanalyser i bl.a. planärenden. De skyddsavstånd och hänsynsregler som finns i dessa rekommendationer har beaktats vid genomförandet av denna riskbedömning.

Beträffande ny bebyggelse har Länsstyrelsen i Stockholms län gett ut rekommendationer för hur nära transportleder för farligt gods samt bensinstationer

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

som ny bebyggelse kan planeras [3]. Rekommendationerna innebär kortfattat att området 25 meter från vägar med farligt gods skall lämnas bebyggelsefritt, Figur 2. Avståndet till kontorsbebyggelse bör vara 40 meter medan avståndet till bostadsbebyggelse bör vara 75 meter. För bensinstationer gäller att ambitionen vid nyplanering alltid bör vara att hålla ett avstånd på minst 100 meter från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.



Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse [3].


1.4 Underlagsmaterial

Arbetet baseras i huvudsak på följande underlag:

- Riskhänsyn i Programområde Årstafältet, Stockholm Stad
- PM Årstafältet riskhänsyn, Tyréns AB
- Fördjupad MKB, detaljplan för Postgården
- Typplanskisser, Årstafältet kvarter G

1.5 Internkontroll

Rapporten är utförd av Gustav Nilsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) med Joakim Almén (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering) som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Fredrik Larsson (Brandingenjör/ Civilingenjör Riskhantering).

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs området kring objektet.

2.1 Omgivning

Planområdet utgör del ett större exploateringsprojekt av Årstafältet. Planområdet är benämnt som *Kvarter G* och är beläget enligt Figur 3 på en del av Årstafältet som är omgärdat av potentiella riskkällor.

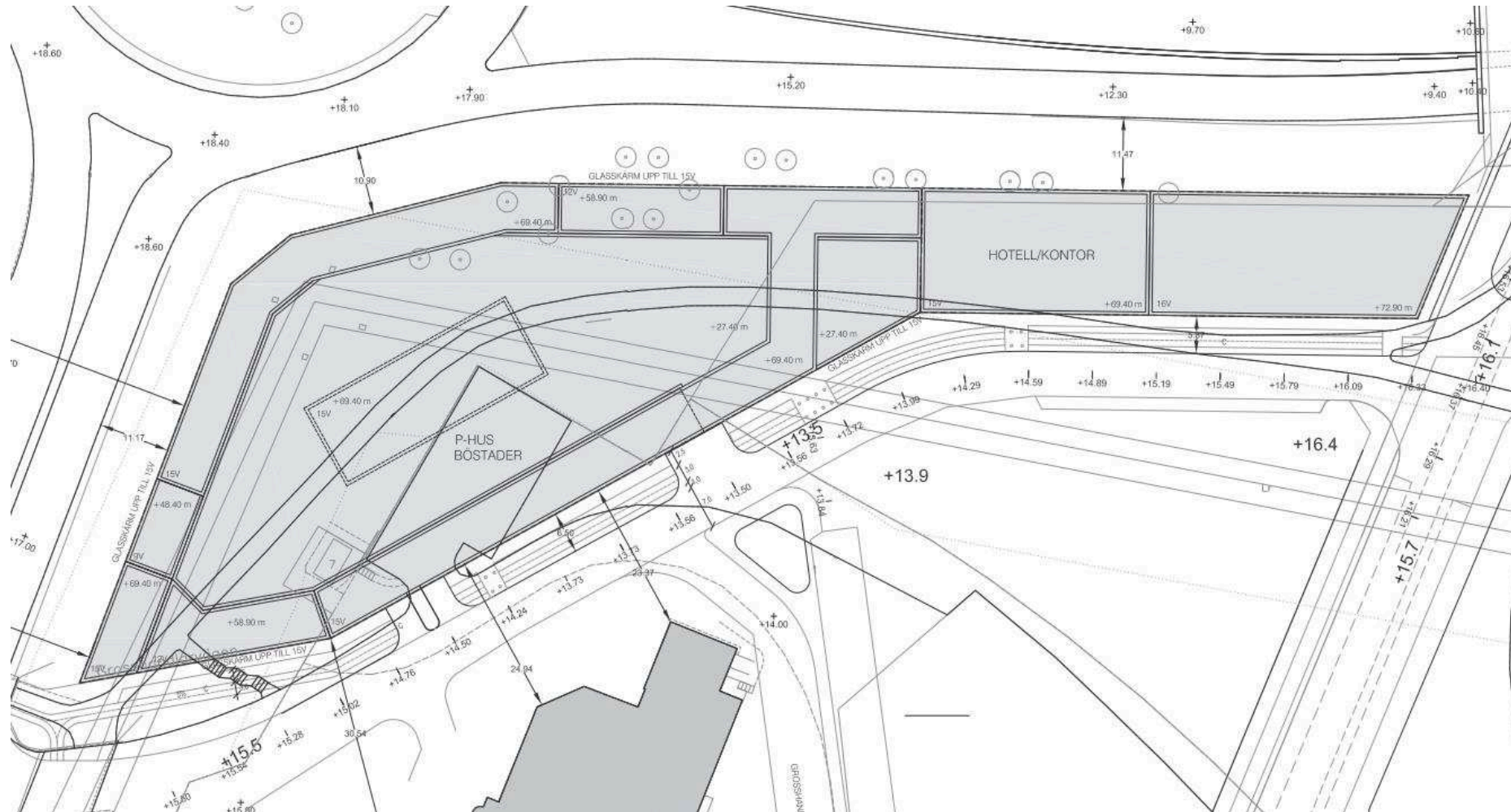


Figur 3. Planområdets (Kvarter G) inplacering i omgivningen relativt kringliggande riskkällor som utreds i denna bedömning.


- Martin & Servera hanterar 2000 liter ammoniak som köldmedium [4].
- Åbyvägen utgör sekundär transportled för farligt gods och är belägen strax högre än planområdet.
- Södra länken utgör primär transportled för farligt gods och är belägen ungefär fem meter under planområdets nolläge.
- Drivmedelsstation hanterar brandfarlig vätska samt brandfarlig gas.

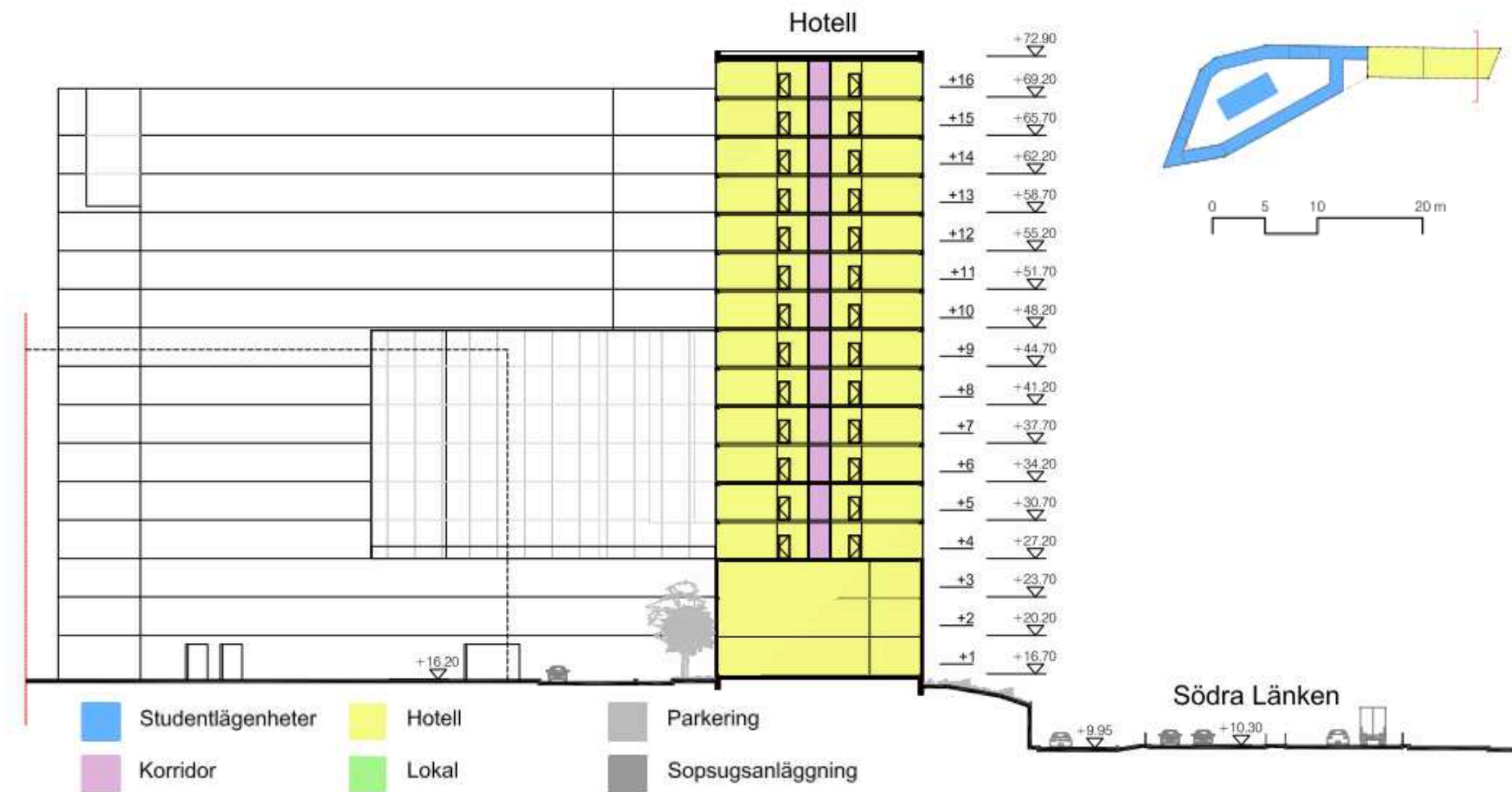
2.2 Planområdet

Området ska bebyggas med studentbostäder, garage, hotell och kontor. Planer finns även på att inkorporera någon form av handel. Liggande utformningsförslag på bebyggelse ses plan- och sektionsritningar i Figur 4 till Figur 7.




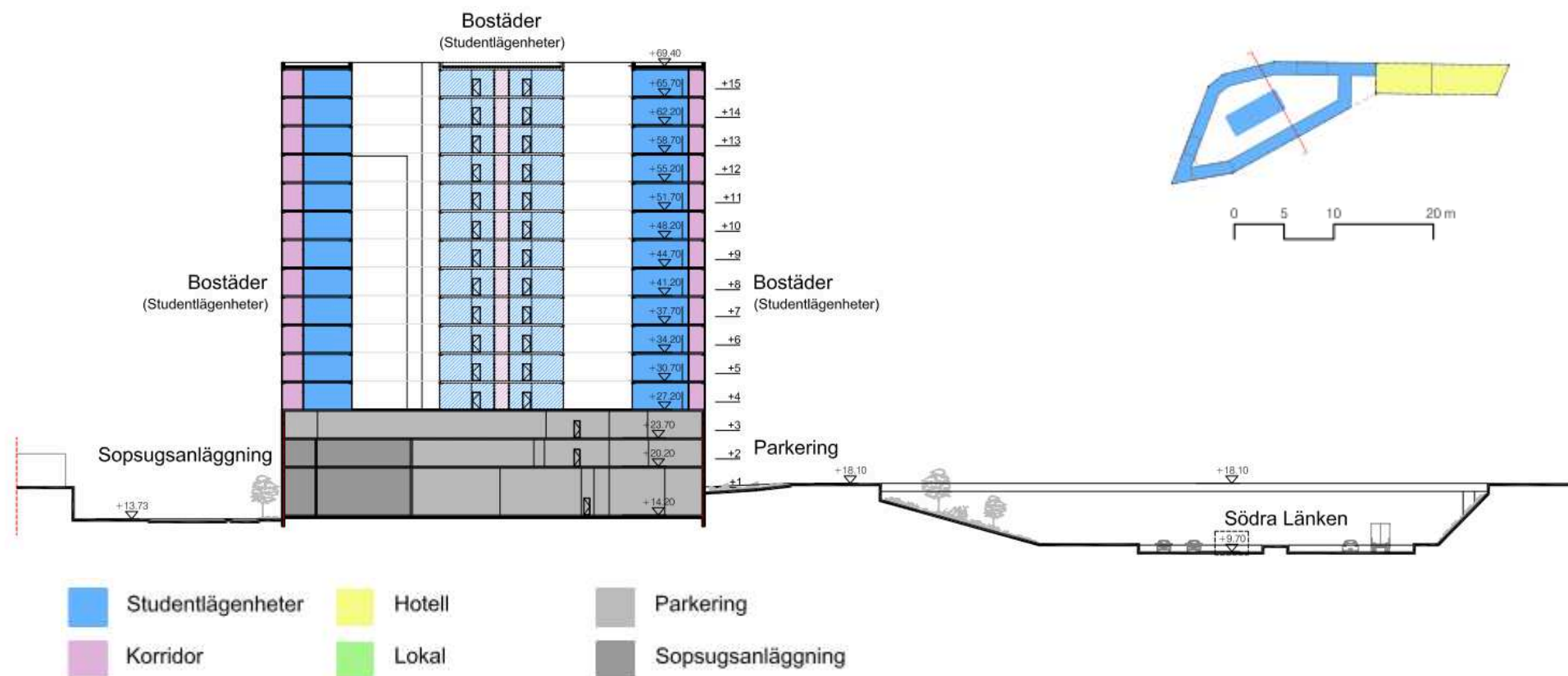
Figur 4. Planskiss för planerad utformning av kvarter G.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	




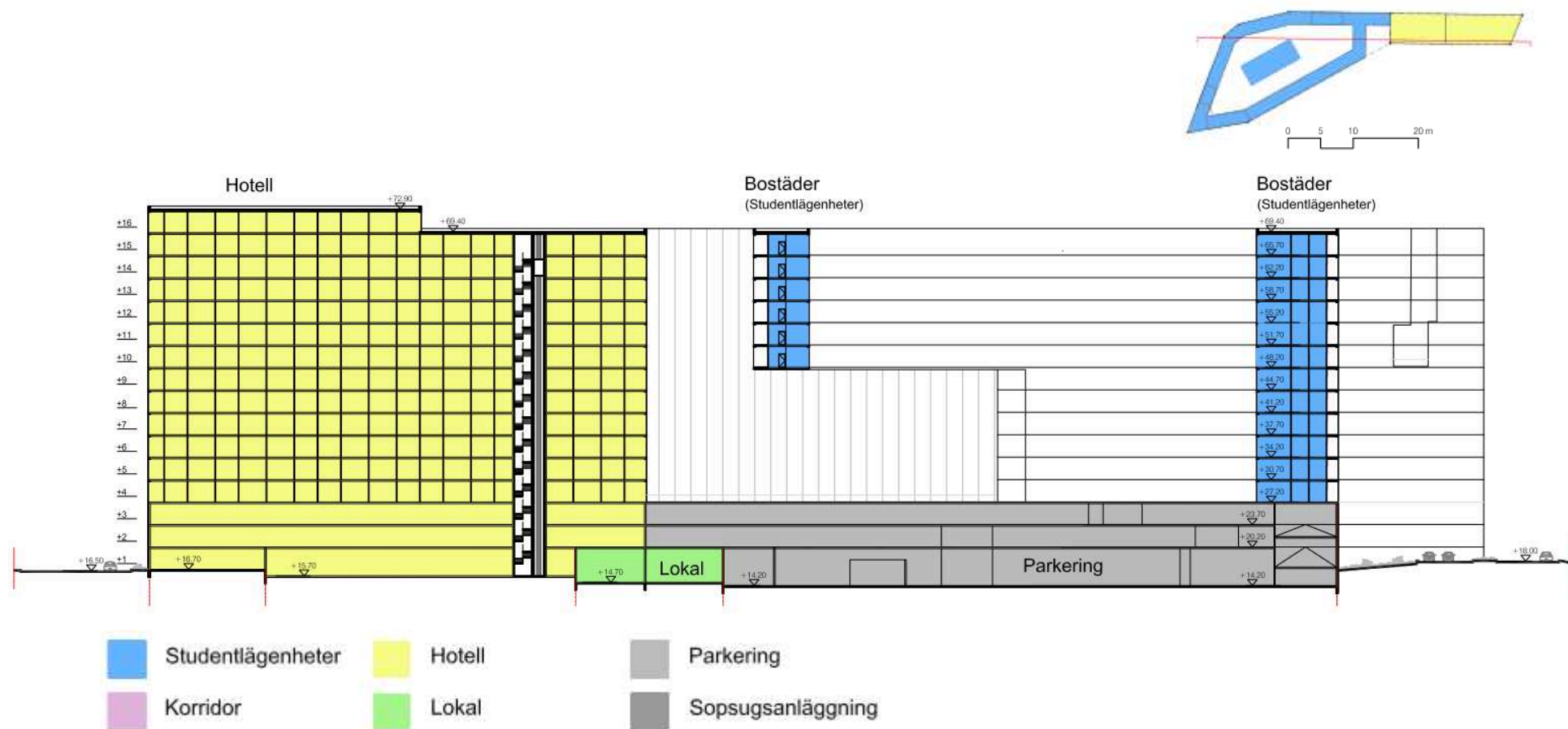
Figur 5. Sektionsritning för hotelldel.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 6. Sektionsritning för bostads- och garagedel.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 7. Sektionsritning södergående vy.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METOD

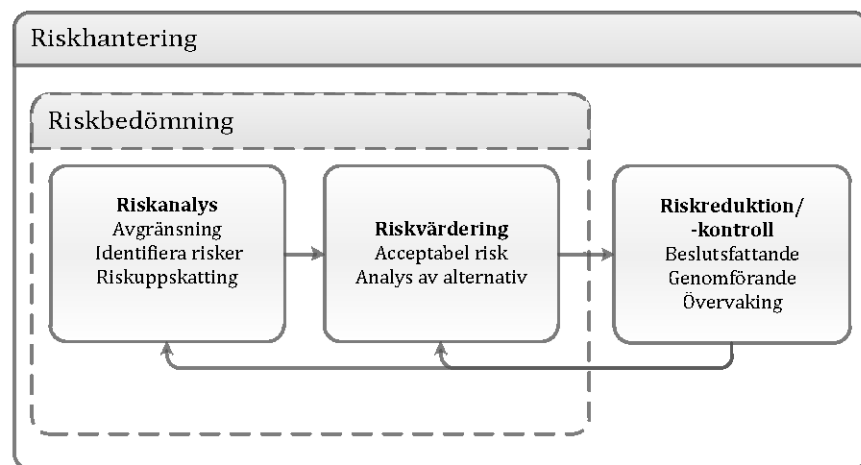
Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering i projektet samt de metoder som använts.

3.1 Begrepp och definitioner

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, d.v.s. hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd.


Riskanalys omfattar, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system [5] [6], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 8. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser, medan riskuppskattningen omfattar en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.

Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första är känd.



Figur 8. Riskhanteringsprocessen.

Efter att riskerna analyserats görs en riskvärdering för att avgöra om riskerna kan accepteras eller ej. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ. Det sista steget i en systematisk hantering av riskerna kallas riskreduktion/-kontroll. I det skedet fattas

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

beslut mot bakgrund av den värdering som har gjorts av vilka riskreducerande åtgärder som ska vidtas.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/-kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

3.2 Metod för riskinventering

Riskinventering har i huvudsak utförts genom inläsning i de tidigare riskbedömningar och PM som upprättats med avseende på risk mot aktuellt planområde. De riskällor som utreds är:

- Transport av farligt gods på Åbyvägen (sekundär transportled)
- Transport av farligt gods på väg 75, Södra länken (primär transportled)
- Drivmedelsstation, OKQ8, Kv. Frukståndet 2
- Ammoniakantering, Martin & Servera, Kv. Postgården 2

3.3 Metod för riskuppskattning

3.3.1 Transport av farligt gods

För uppskattning av risknivå har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuella vägvavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift Farligt gods – riskbedömning vid transport [7] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägvavsnitt. För beräkning av frekvenser/ sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga B.

3.3.2 Drivmedelsstation


Risknivå härrörande från drivmedelsstation utreds med avseende på hantering av brandfarlig vätska samt fordonsgas.

3.3.3 Ammoniakantering

Risk från ammoniakantering på Martin & Servera uppskattas genom spridningsberäkningar grundade i scenarioupställning och antaganden enligt CPR 18E 'Purple Book' [8] samt väderdata från Tullinge mätstation.

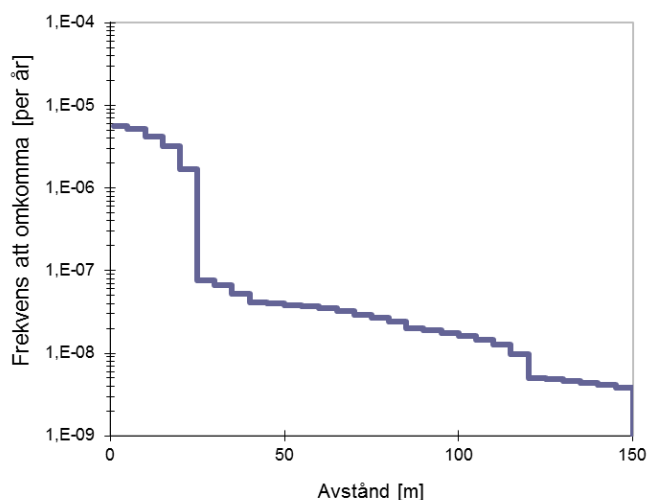
3.3.4 Individrisk

Individrisken är sannolikheten att omkomma för en person som kontinuerligt vistas på en specifik plats, t.ex. på ett visst avstånd från en industri eller transportled, oftast utomhus [9]. Individrisken är platsspecifik och är oberoende av hur många personer

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

som vistas i det givna området. Syftet med riskmålet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individriska kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan, se Figur 9.




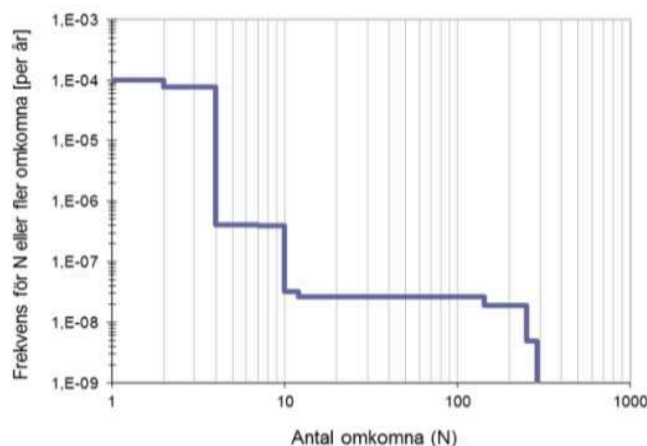
Figur 9. Exempel på individriskprofil.

3.3.5 Samhällsrisk

Riskmålet samhällsrisk beaktar även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsriska redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), se Figur 10, som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 10. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.


I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer, och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

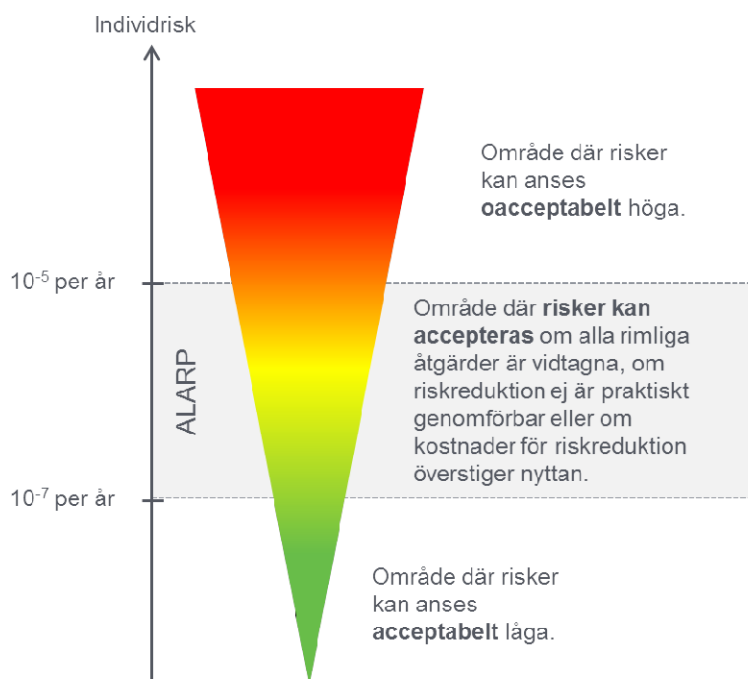
3.4 Metod för riskvärdering

Både individrisk och samhällsrisk används vid uppskattning av risknivå i ett område, så att risknivå för den enskilde individen beaktas samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som påverkas.

3.4.1 Riskkriterier, individ- och samhällsrisk

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier [9] gällande individ- och samhällsrisk. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla, se Figur 11.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 11. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas [9]:

Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttanalys.

De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.


För individrisk föreslår DNV [9] följande kriterier:

Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras:
Frekvens att omkomma är lägre än 10⁻⁵ per år

Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga:
Frekvens att omkomma är lägre än 10⁻⁷ per år

För samhällsrisk föreslår DNV [9] följande kriterier:

Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras:
F=10⁻⁴ per år för N=1 med lutning på F/N-kurva: -1


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga:
 $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med streckad röd linje, och den undre med streckad grön.

3.5 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [10], vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

4 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel identifieras och beskrivs riskkällor.

4.1 Identifiering och beskrivning av riskkällor


Tidigare utförda riskbedömningar och PM redogör för de riskkällor som bedöms kunna påverka planområdet för kvarter G. Dessa källor utgör grund för denna bedömning, vilken har fokus på att utreda hur överlappning av konsekvensområden genererar en förändring i den totala riskbilden.

4.2 Transportleder för farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om det inte hanteras rätt under transport. Farligt gods delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet. I Tabell 1 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 1. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S Klass	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton [11].	Orsakar tryckpåverkan, brännskador och splitter. Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde med 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och annat kan vid stora explosioner orsaka skador på uppemot 700 m [12].
2	Gaser	Inerta gaser (kväve, argon etc.) oxiderande gaser (syre, ozon, etc.), brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) och giftiga gaser (klor, svaveldioxid etc.).	Förgiftning, brännskador och i vissa fall tryckpåverkan till följd av giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE. Konsekvensområden över 100-tals m. Omkomna både inomhus och utomhus.
3	Brandfarliga vätskor	Bensin och diesel (majoriteten av klass 3) transporteras i tankar som rymmer maximalt 50 ton.	Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, värmestrålning eller giftig rök. Konsekvensområden för brännskador utbreder sig vanligtvis inte mer än omkring 30 m från en pöl. Rök kan spridas över betydligt större område. Bildandet av vätskepöl beror på vägutformning, underlagsmaterial och diken etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning, explosionsartat brandförlopp om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider som kommer i kontakt med brännbart organiskt material. Konsekvensområden för tryckvågor uppemot 120 m.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, bekämpningsmedel, etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet [13]. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

Utifrån beskrivningarna i Tabell 1 samt statistik över transporterade mängder bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2, 3 och 5. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom vid olycksfordonets omedelbara närhet.


4.2.1 Transport av farligt gods på Södra länken (väg 75)

Södra länken är en primär farligt godsled där transporter sker dygnet runt. Länsstyrelsen har i sin författningssamling kategoriserat Södra länken som tillhörande Tunnelkategori B under dagtid (kl. 07.00-19.00). Övriga tider på dygnet finns inga restriktioner för transporter (Tunnelkategori A). Tunnelkategorin B innebär förbud mot transporter av farligt gods som kan leda till en mycket stor explosion.

Dimensionerande antal transporter med respektive ADR-S klass baseras på tidigare utförd riskbedömning [14]. I denna rapport ansätts att endast ADR-S klass 2.1 och 3 transporteras utmed vägavsnittet enligt fördelning i Tabell 2.

Tabell 2. Fördelning av transporter på Södra länken enligt tidigare analys [14].

ADR-S klass	Kategori	Antal transporter	Andel av total
2.1	Brandfarlig gas	70	0,4 %
3	Brandfarlig vätska	25 550	99,6 %

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Som komplement till ovanstående utförs även en beräkning baserad på en genomsnittlig fördelning av ADR-S transporter i hela riket. Fördelningar och statistik redogörs för i Bilaga A.

Ett vägvägsnitt om 250 meter anses beröra planområdet.

4.2.2 Transport av farligt gods på Åbyvägen

Åbyvägen strax väster om planområdet är sekundärled för transport av farligt gods. Detta innebär att gods som transporteras utmed sträckningen sker till målpunkt då genomfartstrafik inte är tillåtet. Det är oklart exakt vilka potentiella målpunkter utmed vägen som betjänas förbi berört planområde, varför identifiering utförs med hjälp av länsstyrelsens Webb-GIS [15]. I identifieringen antas att målpunkter betjänas från närmast belägna primärled vilket resulterar i vad som framgår ur Tabell 3.

Tabell 3. Identifierade målpunkter utmed Åbyvägen samt uppskattning av transporterade mängder.

Målpunkt	Hantering	Transporter /vecka	Transporter /år
Drivmedelsstation <i>Fruktståndet 2</i>	ADR-S klass 3 ADR-S klass 2.1	4 transporter (ADR-S 3) 1 transport (ADR-S 2.1)	208 transporter 52 transport
Drivmedelsstation <i>Macken 1</i>	ADR-S klass 3	4 transporter	208 transporter
Drivmedelsstation <i>Tanklocket 2</i>	ADR-S klass 3	4 transporter	208 transporter

Ett vägvägsnitt om 200 meter anses beröra planområdet.


4.3 Drivmedelsstation, kv. Fruktståndet 2

En drivmedelsstation vilken hanterar ADR-S klass 3 och 2.1 är belägen väster om planområdet. Avståndet mellan planerad bebyggelse och lossningsplats samt uppställning för mobila gasflak uppgår till ungefär 60 respektive 80 meter i närmaste punkt.

4.4 Ammoniakhäntering, Martin & Servera

Martin & Servera är beläget på Grosshandlarvägen 7 i Årsta där de förvarar livsmedel i kyl- och frysrum. Kylanläggningen rymmer cirka 2 000 liter köldmedium som till största delen består av ammoniak. Kylanläggningen fylls på i snitt två gånger per år via lastbilar som anländer till området [4]. Avståndet mellan planområdet och närmast belägna identifierade systemdel är omkring 50 meter. Anläggningen förutsätts vara utformad i enlighet med Svensk kylnorm [16]. Exakt systemutformning är inte känd och beräkningar bygger därför på uppskattningar baserade på CPR 18E [8].

Ammoniak är under normala betingelser gasformig. Gasen är färglös, med en karaktäristisk stark och irriterande lukt. Högre koncentrationer kan vara direkt

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

dödliga vid inandning, medan lägre koncentrationer verkar irriterande och frätande på såväl hud som andningsorgan. Ammoniak är även en brännbar gas som kan ge upphov till explosiv atmosfär under särskilda betingelser. På grund av dess relativt höga undre brännbarhetsgräns och smala brännbarhetsområde [17] (~15-28 %) är det i princip bara i en inneslutning eller inom ett område med låg luftomsättning som explosiv atmosfär kan uppstå.

4.4.1 Tröskelvärden för exponering

För att bedöma konsekvensen av ett utsläpp av ammoniak måste toxikologiska gränsvärden appliceras på simulerad gasspridning. Det finns en rad kriterier (IDLH, LC₅₀, ERPG, AEGL, TEEL etc.) utifrån vilka bedömningar om kritisk påverkansnivå kan diskuteras. I denna analys har gränsen för tillåten exponering för allmänheten värderats utifrån LC₅₀ i enlighet med CPR 18E [8]. Detta är den koncentration vid vilken 50 procent av berörd population förväntas omkomma.

Tabell 4 redogör för tröskelvärden för LC₅₀ som beroende av tid hämtad från olika säkerhetsdatablad.


Tabell 4. Redogörelse över tröskelvärden (LC₅₀) för ammoniakexponering över tid.

Ammoniak (NH ₃), CAS-nr: 7664-41-7					
Källa	10 minuter	15 minuter	40 minuter	60 minuter	4 timmar
LM Appelman [18]	40300 ppm	-	20300 ppm	11590 ppm	-
CPR 18E [8]	-	-	-	15500 ppm	-
Airgas INC [19]	-	17401 ppm	-	9500 ppm	2000 ppm
Amix AB [20]	-	-	-	9500 ppm	2000 ppm
Yara US [21]	-	-	-	4230 ppm	2000 ppm
Air Products [17]	-	-	-	7338 ppm	2000 ppm

Ur tabellen kan utläsas att uppgifter från olika utredningar och säkerhetsdatablad skiljer sig från fall till fall. Då mest data har erhållits för en timmes exponering, samt att vissa av läckagen förväntas pågå under en längre tid ansåts detta som dimensionerande exponeringstid. Detta bedöms konservativt då personer som utsätts för ammoniak med största sannolikhet söker sig inomhus eller evakuerar området [8]. Dimensionerande koncentration ansåts till det lägsta värdet, 4230 ppm, vilket bedöms ytterligare konservativt. Bedömning av individ- och samhällsrisk kommer att grunda sig i sannolikheten att utsättas för en ammoniakkoncentration överskridande detta värde.

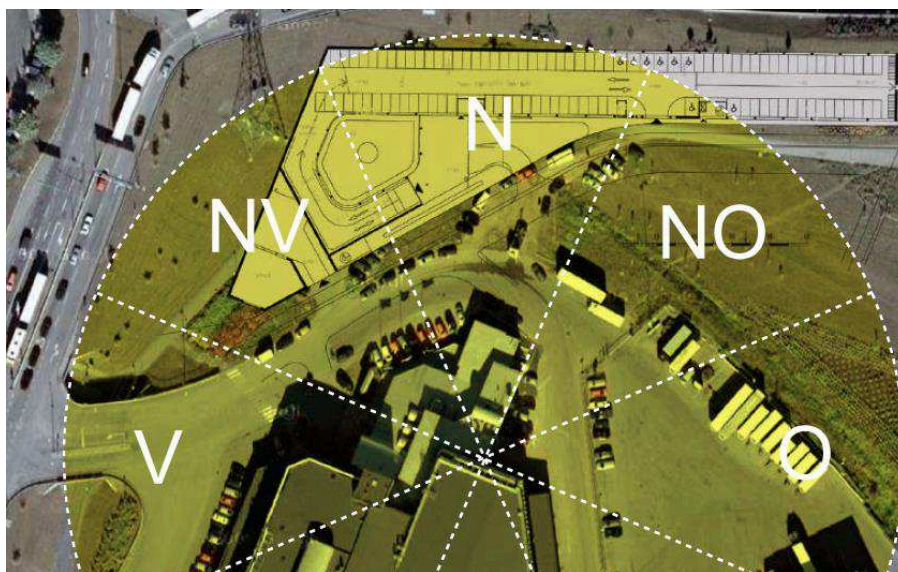
4.4.2 Utsläpp

Ett utsläpp av ammoniak kan ske i gas- eller vätskefas eller som en kombination av de båda beroende på var och i vilken systemdel läckaget sker. Givet ammoniaks låga kokpunkt kommer ämnet att genomgå en snabb omvandling till gasfas om utsläppet sker i vätskefas. Vid simuleringar ansåts att hela utsläppet sker i gasfas


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

eller att ett vätskeutsläpp omvandlas direkt i utsläppsögonblicket. Detta är ett konservativt antagande då ett utsläpp vid t.ex. ett slangbrott kommer ske med delad fas där en del av utsläppet bildar en pöl som sedan avdunstar med tiden.

I beräkningarna av berörd area har ansatts att spridningsvinkeln vid respektive scenario är 45°, dvs. en åttondel av en full cirkel enligt Figur 12. Antagandet har gjorts så att indata för vindriktningar enkelt kan inkorporeras i beräkningarna och att det tillika bedöms vara konservativt. Koncentrationen kommer i verkligheten inte att vara densamma i en åttondels cirkelsektor utan vara som störst utmed centrumlinjen för spridningen och radiellt avtagande från denna.



Figur 12. Schematisk indelning i cirkelsektorer om 45° vilket representerar en vindriktning. Läckage bedöms bara påverka kvarter G vid sydvästlig, sydlig respektive sydöstlig vind dvs. det område som avgränsas av N, NV och NO.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5 RISKVÄRDERING

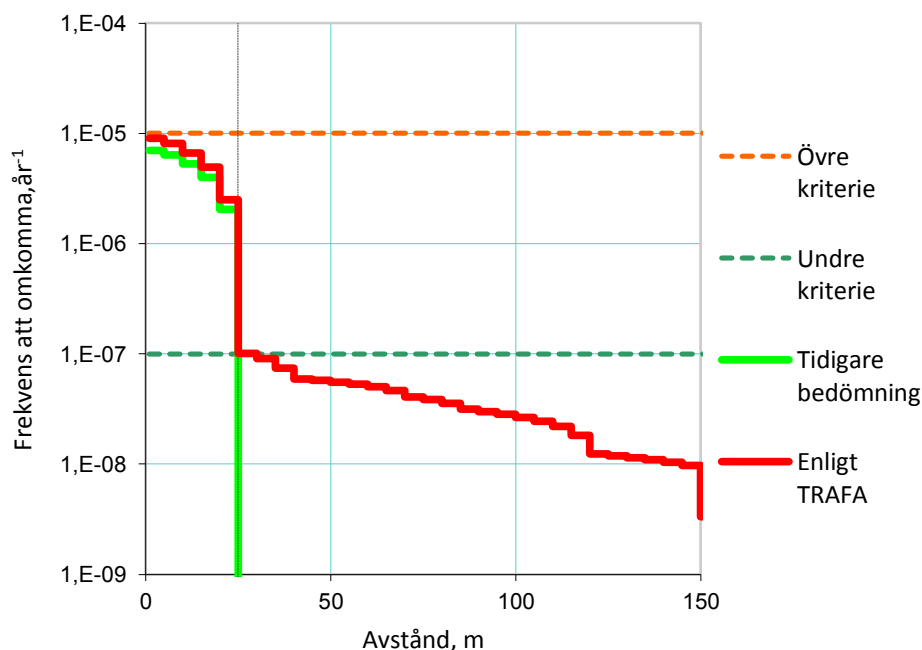
I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods. Individ- och samhällsrisknivå värderas sedan med hjälp av de acceptanskriterier som angivits i avsnitt 3.4.1.

Riskbidrag från respektive identifierad riskkälla redovisas separat, men vägs sedan samman i de fall konsekvensområden överlappar.

För samtliga beräkningar har ansatts att området 30 meter från vägkant är fritt från exponerade individer.


5.1 Södra länken

5.1.1 Individrisknivå

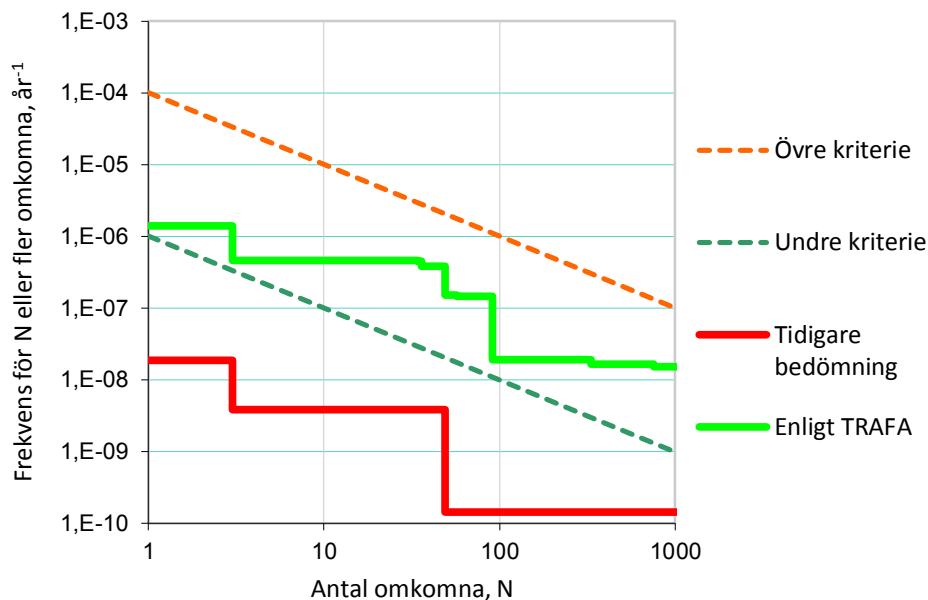


Figur 13. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Södra länken.

Ur grafen kan utläsas att området närmast väg utsätts för en förhöjd risk utifrån ett individriskperspektiv. Bortom 25-30 meter från vägen är risken acceptabel. Den förhöjda risknivån inom 25 meter från väg härrör i huvudsak från pölbränder i brandfarlig vätska.


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5.1.2 Samhällsrisknivå



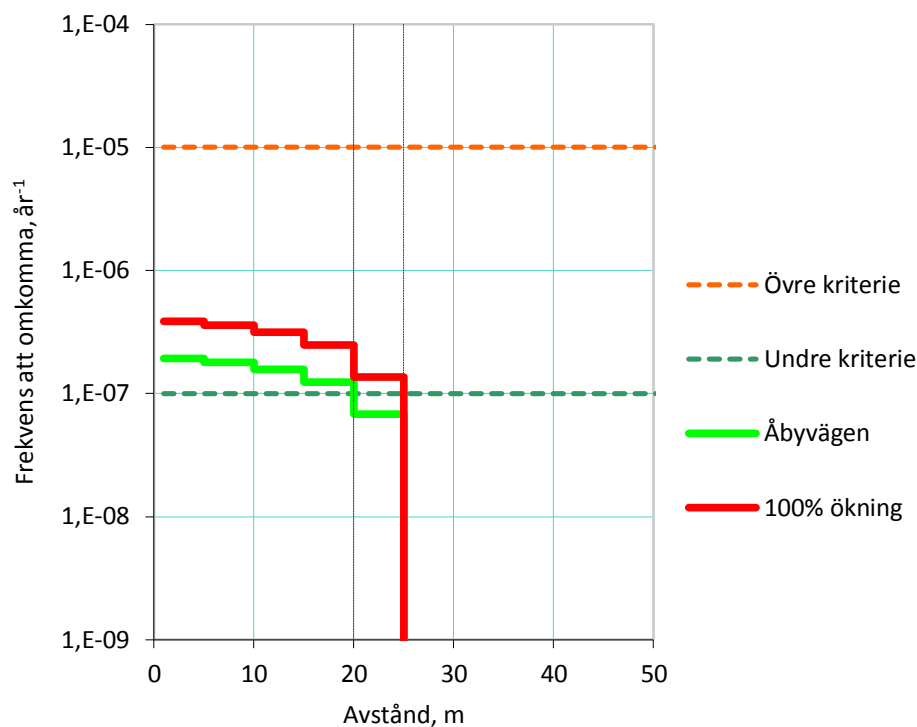
Figur 14. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Södra länken.

Ur grafen för samhällsrisk kan utläsas att det är stor skillnad mellan de två scenarierna vilka baseras på olika indata. Beräkningarna bygger på att området 30 meter från väg är befolkningsfritt. Den faktiska risknivån ligger troligtvis någonstans mellan de båda kurvorna. Detta då underlaget från TRAFA troligtvis överskattar andelen farligt gods som kan generera stora konsekvensområden. Att risken bedöms vara högre än vad som framgått ur tidigare analys grundar sig i att det bedöms vara ickekonserverativt att endast anta transport av klass 2.1 och 3 då även annat gods får transporteras utmed vägavsnittet.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	


5.2 Åbyvägen

5.2.1 Individrisknivå

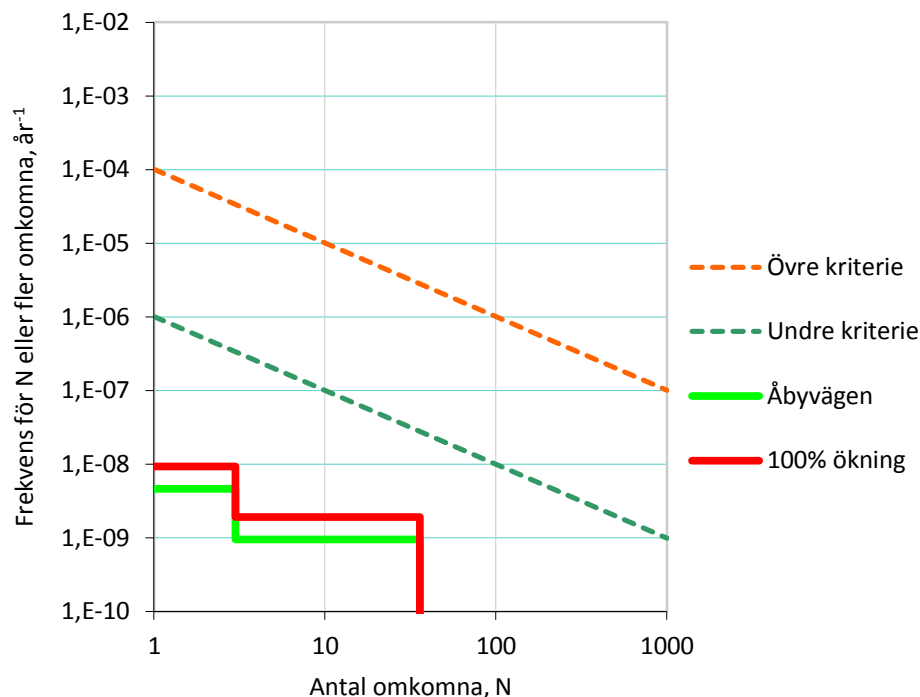


Figur 15. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Åbyvägen.

Ur grafen kan utläsas att området närmast väg utsätts för en aningen förhöjd risk utifrån ett individriskperspektiv. 20 meter från vägen är risken acceptabel. Grön linje baseras på indata från tidigare bedömning [14] och röd linje utgör känslighetsanalys med en godsökning om 100 procent.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5.2.2 Samhällsrisknivå




Figur 16. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Åbyvägen.

Ur Figur 16 kan utläsas att det även vid en dubbling av antalet transporter inte föreligger någon större risknivå. Sammantaget bedöms att riskpåverkan från Åbyvägen är liten i relation till övriga riskkällor.

5.3 Drivmedelsstation, kv. Fruktståndet 2

För ADR-S klass 3 bedöms att konsekvensavståndet inte är av sådan storlek att hanteringen ger en riskpåverkan mot planerat planområde. Detta då även mycket stora pölbränder sällan ger upphov till konsekvensavstånd överstigande 40 meter. Generellt säkerhetsavstånd är 25 meter till lossningsplats och 18 meter till mätarskåp [22]. Båda dessa säkerhetsavstånd uppfylls i och med föreslagen byggnadsplacering.

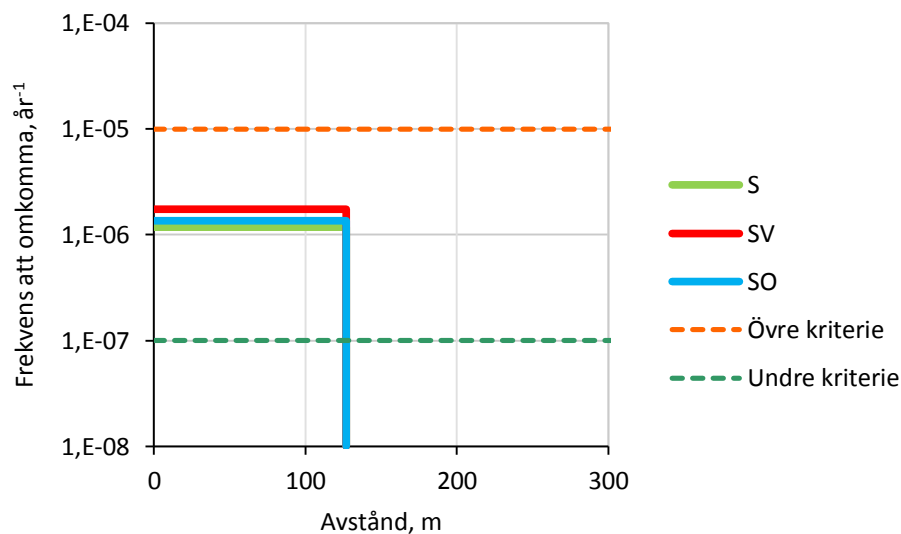
Även vad gäller uppställning för gasflak bedöms att avståndet till bebyggelse är sådant att inga särskilda åtgärder behöver vidtas i enlighet med MSB:s skrift *Tankstationer för metangasdrivna fordon* [23]. I rapporten framgår att avståndet till svårutrymda lokaler vilket eventuellt kan utgöras av hotell ska överstiga 100 meter, vilket det också är. Avståndet till övrig bebyggelse ska vara upp till 25-50 meter beroende på hanterad mängd och byggnadens användningsområde. Då avståndet till närmaste punkt av planerad bebyggelse överstiger 50 meter bedöms att ingen vidare utredning av risken mot planområdet från drivmedelsstation belägen på kv. Fruktståndet 2 fordras.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5.4 Ammoniakhäntering, Martin & Servera


Beräkning av risk från hantering av ammoniak utgår från dimensionerande scenarier ur tidigare PM. Simuleringar för olika väderförhållanden görs med hjälp av MSB:s program *Spridning luft* och antalet omkomna beräknas utifrån fastslaget gränsvärde för exponering enligt 4.4.1.

5.4.1 Individrisknivå

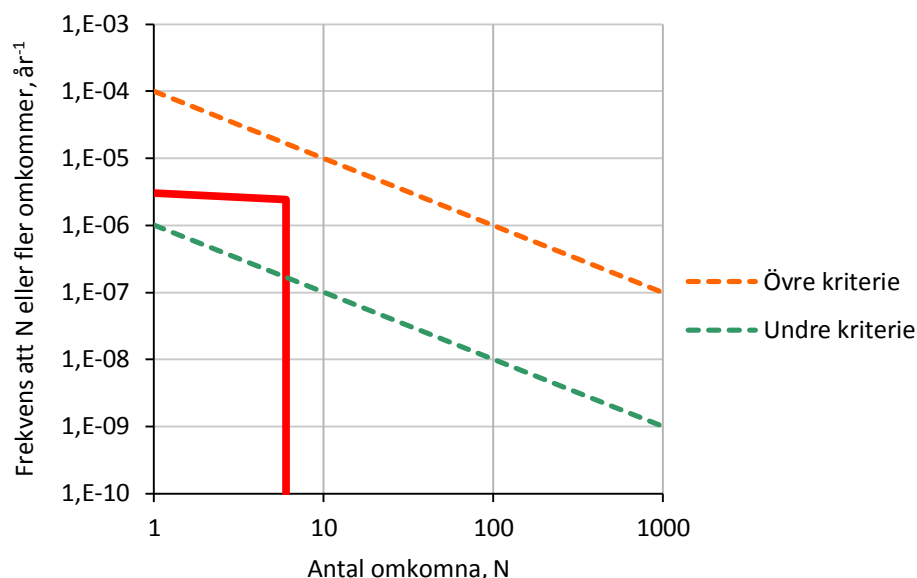


Figur 17. Beräknad individrisk med avseende på ammoniakhäntering för respektive påverkansområde/vindriktning enligt Figur 12.

Individrisken på 150 meters avstånd återfinns i den övre delen av ALARP. Scenarioupställningen för beräknade riskmått bedöms dock vara konservativ vad gäller frekvens och källstyrka.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

5.4.2 Samhällsrisknivå



Figur 18. Beräknad samhällsrisk med avseende på ammoniakhantering.

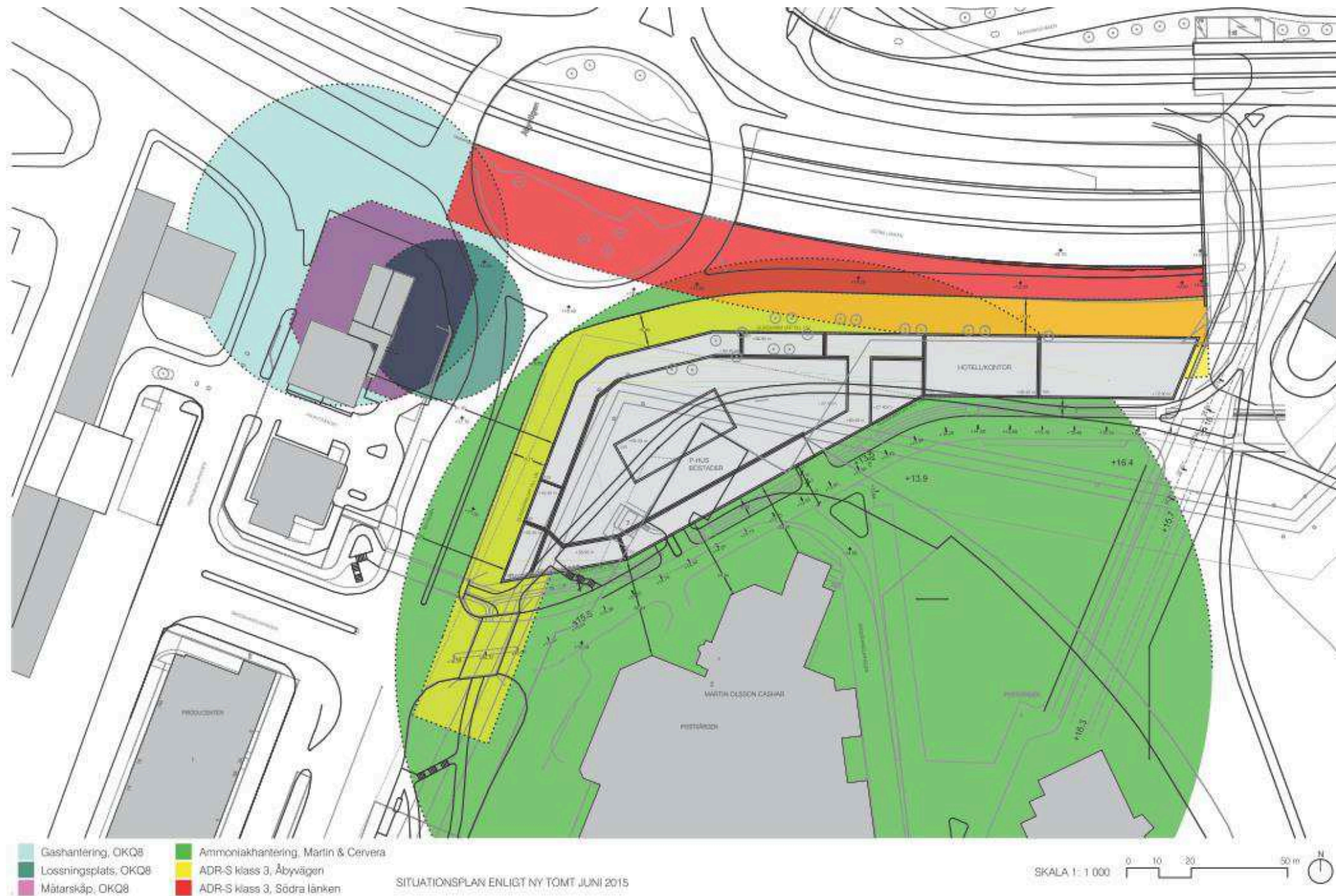
Samhällsrisk med avseende på ammoniakhantering på Martin & Servera är inom ALARP varför rimliga åtgärder bör vidtas för riskreduktion.

I CPR 18E antas att personer vilka befinner sig inomhus generellt inte påverkas av ett utsläpp av giftig gas [8]. Detta är ett angreppssätt som även denna rapport anammat, men för att säkerställa antagandets giltighet verifierats det per simuleringar med MSB:s program Spridning luft. Verifieringen utgår från det värsta scenariot och visar att endast låga koncentrationer uppstår inomhus givet en halv luftomsättning per timme. Andelen personer som befinner sig utomhus dagtid och nattetid ansåts i enlighet med CPR 18E [8] till 7 respektive 1 procent.


5.5 Sammanvägd risk

Då konsekvensområdena för respektive riskkälla i viss mån överlappar kan de inte ses som enskilda instanser och måste därför vägas samman. I figur 19 åskådliggörs denna överlappning utan hänsyn till byggnadens avskärmande funktion. I figuren tas ett helhetsgrepp för att redogöra för hur områdets olika riskkällor förväntas påverka planområdet. Inritade avstånd för drivmedelsstation och gashantering svarar mot de generiska skyddsavstånd som tillämpas i handböcker enligt avsnitt 5.2.

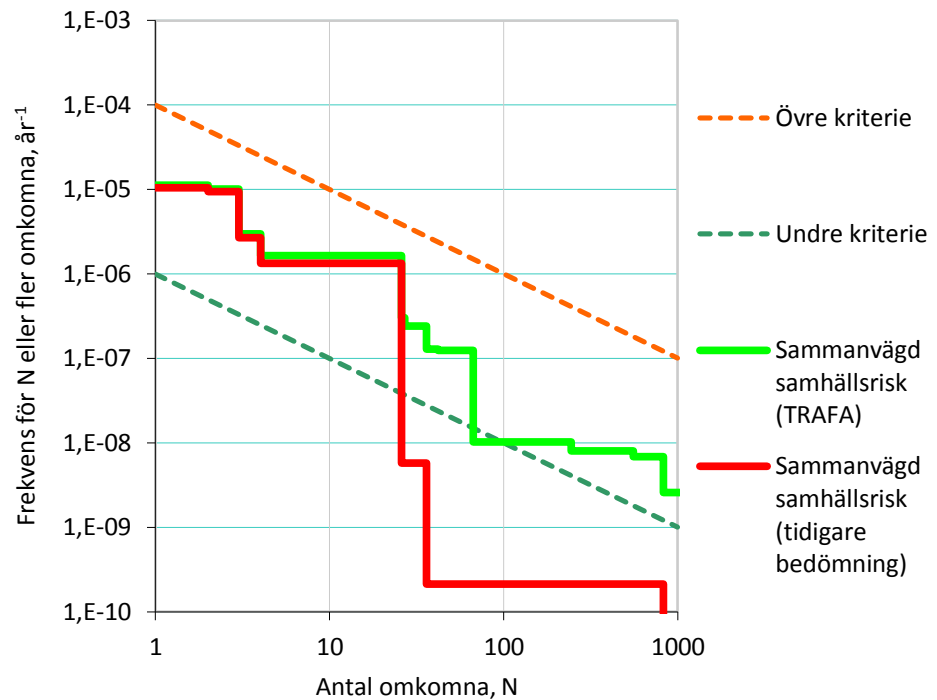
I verkligheten utgör byggnaden en barriär vilken skyddar sig själv i att ytterväggen för respektive sida kommer begränsa utbredning och påverkan mot de byggnadsdelar vilka är belägna på motstående sida.



Figur 19. Beräknade konsekvensområden för ammoniakhantering och transport av farligt gods samt riktlinjer för skyddsavstånd till drivmedelsstation.


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Sammanställning av samhällriskberäkningarna utförs för att säkerställa att det totala riskmåttet för planområdet inte överstiger uppställda kriterier för oacceptabel risk. Figur 20 redogör för den totala samhällsrisk givet identifierade riskkällor.



Figur 20. Total samhällsrisk baserad på beräkningar för respektive riskkälla. Grön linje baseras på ('Enligt TRAFA', Figur 14; '100% ökning', Figur 16; 'Ute påverkas', Figur 18). **Röd linje** baseras på ('Tidigare bedömning', Figur 14; '100% ökning', Figur 16; 'Ute påverkas', Figur 18).

Ur figuren kan utläsas att den sammanvägda risknivån är i mitten av ALARP, vilket innebär att risken är acceptabel förutsatt att åtgärder för riskreduktion implementeras.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

6 DISKUSSION

I detta kapitel förs resonemang kring analysens genomförande, resultat, antaganden och hur utfallet av beräkningarna skall tolkas. Diskussionerna förs för att ge en ökad förståelse för utförandet, samt motivera dess riktighet och relevans givet förutsättningarna.

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället [24].

6.1 Byggnadsutformning

Byggnadens geometriska utformning och placering på planområdet har effekt i de olika scenariernas och konsekvensernas påverkansgrad.


Byggnadens höjd innebär att konsekvenser i stor utsträckning kommer begränsas till den närmast belägna fasaden. Vidare utgörs de tre nedre planen av garage, vilket innebär att exponeringen av bostadsplanen i vissa fall minskar. Detta gäller i huvudsak strålningspåverkan i händelse av pölbrand samt exponering för ammoniak men även vid påkörning i händelse av avåkning.

Ammoniak sprider sig som en tung gas varför innergården bedöms vara relativt väl skyddad från exponering givet att den är helt kringbyggd i kombination med den höga byggnadshöjden.

6.2 Förutsättningar Södra länken

Södra länkens körfält är belägna ungefär fem meter lägre än nollnivån för planerad bebyggelse vilket innebär att konsekvensen i händelse av olycka begränsas.

Vägavsnittets utformning innebär vidare att ett läckage av brandfarlig vätska vallas in och rinner ner mot tunnelns öppning. De scenarier som används för att beräkna infallande strålning baseras på en perfekt cirkulär pöl vilket innebär att konsekvensen överskattas då en avsmalnande pöl genererar en lägre flamhöjd. Vidare ger utformningen skydd mot jetflammar och i viss mån explosioner.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

6.3 Scenarioupställning ammoniak

Framtagandet av förväntat skadescenarie är sprungen ur CPR 18E där frekvenser för LOC (loss of containment) för olika systemdelar beskrivs. Dessa frekvenser viktas sedan till projektspecifika förutsättningar som t.ex. drifttid, rörlängd etc.

De grundfrekvenser som anges i CPR 18E är utformade för att tillämpas brett och tar inte hänsyn till respektive systems egenheter. Frekvenserna bygger på historisk data från före 1997 varför det kan antas att säkerhetssystemen idag generellt medför att risken för olika typer av brott är lägre. Att använda frekvenserna bedöms relevant, men bedöms inte utgöra ett konservativt antagande givet osäkerheten i applicerbarheten på utrett system.


6.4 Konservativa antaganden

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på.


De antaganden som har gjorts vid osäkerhet har därför genomgående varit konservativa för att undvika underskattning av risken. Tabell 5 redogör för de parametrar där konservativa antaganden har gjorts:

Tabell 5. Sammanställning och kommentar till beräkningsparametrar där konservativa antaganden gjorts.

Parameter	Kommentar
Gränsvärde ammoniak LC50	Från ett antal källor ansattes gränsvärdet för oacceptabel exponering till det lägst erhållna. Detta påverkar konsekvensområdets utbredning från utsläppskällan.
Exponeringstid	I CPR 18E [8] framgår att gränsvärdena för en exponering om 30 minuter bör användas med motiveringen att personer under denna tid kan sätta sig i säkerhet. Antingen genom att evakuera området eller förflytta sig inomhus. Vid beräkningarna har gränsvärde för exponering under 60 minuter använts. Enligt en av de källor som angav LC50 för 30 respektive 60 minuter framgår att nivån skiljer med en dryg faktor 2.
Utsläppets aggregationsform	Vid läckage av underkylda vätskor sker ofta utsläppet i både flytande fas och gasfas. I beräkningarna har ansatts att samtlig ammoniak släpps ut som gas vilket ger sämre förhållanden än ett tvåfasutsläpp. Detta påverkar konsekvensområdets utbredning från utsläppskällan.
Spridningsvinkel	För att beräkna antalet personer som berörs vid ett utsläpp beräknas en area. I beräkningarna har ansatts att denna area utgörs av en åttondels cirkel dvs. en 45-graders cirkelsektor. Spridningsvinkeln är i själva verket generellt smalare än så, i synnerhet då avståndet från utsläppspunkten ökar. Koncentrationen avtar även radiellt vilket innebär att plymen är avsmalnande efter halva längden.
Tvåsidig exponering	Vid beräkning av samhällsrisik har det antagits att samtliga ytor båda sidor om berörda vägnitt har en befolkningstäthet om 16000 personer/km ² . Detta bedöms vara konservativt och överskattar således antalet påverkade personer vilket ger direkt inverkan på

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

	beräknade risknivå.
Topografi Södra länken	Södra länken är belägen 5-10 meter lägre än planerad bebyggelse vilket gör att olika typer av konsekvenser minskas. T.ex. begränsas den del av en flamma som kan stråla mot fasad, Jetflammar kan skärmassas av och pölutbredning av brännbara vätskor begränsas. I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till detta.
Adsorption av strålning	I beräkningarna för infallande strålning från pölbrand har ingen hänsyn tagits till luftens adsorption av strålning. På 15 meters avstånd innebär detta att den infallande strålningen överskattas med omkring 5-20 % beroende på utomhustemperatur.
Vägutformning, separerade körfält	Både Äbyvägen och Södra länken är försedda med mitträcke vilket innebär att olyckor på det från planområdet sett bortre körfältet kommer ha en mindre påverkan i och med att olycksplatsen befinner sig längre från skyddsvärdet. Detta faktum tas ingen hänsyn till i beräkningarna där alla konsekvenser ansätts ha punkten för konsekvensområdets utbredning i vägkant närmast planområdet. Detta påverkar i synnerhet riskbidraget från olyckor med mindre konsekvensområden t.ex. pölbränder och jetflammar.
Pölutbredning	På Äbyvägen (efter föreslagna åtgärdsimplementering 7.1.1) och Södra länken är körbanan tydligt avgränsad med barriärer som förhindrar bildandet av en cirkulär flambas. En pöl kommer därför istället att ta en avlång form vilket ger en lägre flamhöjd med en bredare flambas. Resultatet är en lägre infallande strålning mot närliggande byggnader vilket implicit erfordrar ett mindre skyddsavstånd. I beräkningarna har ingen hänsyn tagits till detta.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

7 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Riskreducerande åtgärder kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner [10]. De åtgärder som bedöms kunna reducera riskerna utgörs av nedanstående förslag.

7.1 Föreslagna åtgärder

Under följande rubriker presenteras de typer av åtgärder som bedöms ge en riskreducerande effekt som står i paritet till implementeringskostnaden.

Åtgärderna bedöms lämpliga att reglera i detaljplan.

7.1.1 Begränsad pölutbredning


Eftersom marken sluttar mot planområdet från Åbyvägen bör någon form av åtgärd vilken begränsar pölutbredning implementeras. Denna kan antingen utformas som en kant eller ett dike i vägens direkta närhet med syfte att begränsa pölutbredningen i riktning mot planområdet. En vall/mur/kant bedöms ha en större effekt i begränsning av pölarea och försvårar även att ett fordon hamnar närmare byggnaden vid avakning. Åbyvägen är i dagsläget försedd med brunnar för avrinning placerade i trafikrummet, varför uppförande av en kant inte bedöms påverka dräneringen av körbanan.

7.1.2 Brandskyddad fasad

Åtgärden innebär att fasad, inklusive fönster och dörrar utförs i brandteknisk klass, samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet. Fasader utförda i brandteknisk klass ska förhindra brandspridning genom väggen under en viss tid, beroende på brandens intensitet. Åtgärden ska kompletteras med krav på obrännbara fasadmaterial. Brandskyddad fasad fördröjer således brandspridning vidare in i en byggnad. Åtgärderna ska implementeras inom 25 meter från Åbyvägen och Södra länken eller för byggnadsdelar där dimensionerande infallande strålning överskrider 15 kW/m^2 . Det senare alternativet kräver verifiering per beräkningar. Vid implementering av brandåtgärder i fasad mot Åbyvägen ges även ett ökat skydd mot risk från drivmedelsstationen även om de generella skyddsavstånden enligt MSB:s handbok redan uppfylls.

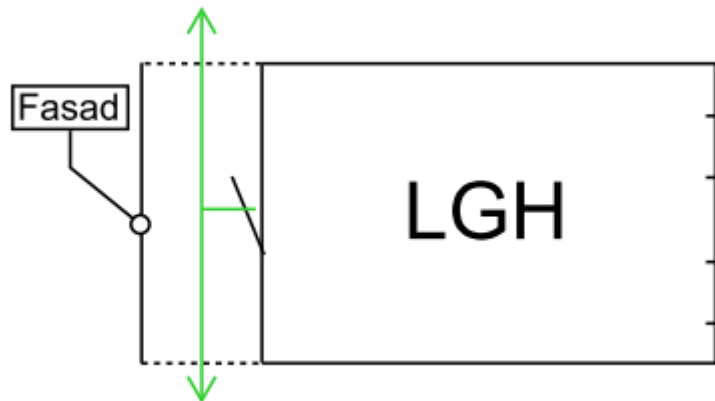
7.1.3 Disposition av byggnad

Åtgärden innebär disposition av lokaler i en byggnad för att uppnå ett skydd mot olyckor. Utrymningsvägar ska förläggas så att utrymning bort från den inträffade olyckan/riskkällan är möjlig. Att byggnaden i liggande förslag utformas med de 2-3

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

nedersta planen som garage skänker riskreduktion i att färre bostäder exponeras i händelse av olycka.

För att möjliggöra utrymning till säker sida, samt upprätthålla kraven på tät respektive brandskyddad fasad föreslår WSP att byggnaden utformas med korridorer/inbyggda loftgångar enligt Figur 21.



Figur 21. Förslag på utformning med korridor/inbyggd loftgång mot riskkällorna. Utformningen möjliggör för utrymning utan direkt exponering givet de riskreducerande åtgärderna i fasad.

Utrymning mot gårdssidan med hjälp av räddningstjänstens stegutrustning bedöms inte genomförbar givet byggnadshöjden och den dåliga åtkomsten till innergården i liggande förslag.


7.1.4 Vegetation

Vegetation som riskreducerande åtgärd innebär att en trädrida planteras mellan riskkälla och skyddsvärt objekt. Åtgärden kan ha riskreducerande effekt vid giftiga gasutsläpp, explosioner och vid avåkning. Tillförlitligheten kan dock ifrågasättas, eftersom nyplanterade träd inte nödvändigtvis har tillräcklig storlek för att åstadkomma avsedd effekt, underhållsbehovet är stort och effekten är säsongsberoende om träden är lövfällande. Åtgärdens funktion bedöms tveksam i aktuellt fall. Det föreslås dock att befintlig vegetation mot Södra länken bevaras i den mån det är möjligt.

Ytor mot Åbyvägen bör inte hårdgöras då detta försämrar förhållandena i händelse av en pölutbredning utanför invallningsåtgärder som föreskrivs i 7.1.1.

7.1.5 Friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras i oexponerad miljö, vanligen bort från riskkällan. I aktuellt projekt föreslås en hög placering. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kan ta sig in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen vid utsläpp av ammoniak och från brandgaser vid farligt gods-olycka. Dock kan det i vissa fall bildas högre koncentrationer i lä för vinden, alltså på den oexponerade sidan. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar varför sådana ska begränsas.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Åtgärder rörande ventilation och inomhusmiljö regleras även till följd av partikelhalterna i området.

7.1.6 Stadigvarande vistelse

I området mellan väg och byggnad är beräknad individrisk hög varför dessa ytor ska utformas på ett sätt vilket inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse eller stora folksamlingar.

Även de ytor som är belägna mellan byggnad och Martin & Servera ska utformas enligt ovanstående för att förhindra exponering av ammoniak.

Exempel på olämplig funktion för dessa ytor är lekplatser, parker, grillplatser eller andra gemensamytor.

7.1.7 Skyddsavstånd


Generellt bedöms att ett skyddsavstånd om 25 meter från Åbyvägen och Södra länken gör att fasadåtgärder med avseende på brandspridning utgår. Svårutrymd lokal ska inte placeras inom 100 meter från uppställningsplats för gasflak.

Även där byggnaden utformas med särskilt skydd t.ex. brandskyddad fasad måste ett miniaavstånd mot vägen uppfyllas. Med detta i åtanke fordras att ingen bebyggelse sker närmare än 10 meter från Åbyvägen eller Södra länken.

7.2 Sammanfattning av rekommenderade åtgärder

Nedanstående punktlista sammanfattar föreslagen åtgärdsimplementering:

- Någon form av avskiljning (vall, mur etc.) ska konstrueras utmed Åbyvägen för att förhindra pölutbredning och avåkning mot planområdet som är beläget lägre än körbanan.
- Fasader som vetter mot Åbyvägen och Södra länken ska utformas täta, i obrännbara material och med ett brandmotstånd om minst EI 30 inom 25 meter eller där beräknad infallande strålning överstiger 15 kW/m².
- Fasader mot Martin & Servera ska utformas täta för att förhindra inträngning av ammoniak i boendemiljön.
- Friskluftsintag ska placeras högt för att försvåra inträngningen av giftiga gaser och brandrök till de boendes inomhusmiljö.
- Utrymningsvägar ska förläggas och utformas så att inget scenario förhindrar samtliga utrymningsmöjligheter.
- Vegetation mot Södra länken bör behållas då den bedöms ge ett skydd mot strålning och transport av gasmoln.
- Ytor kring byggnaden ska inte utformas på ett sätt vilket uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	


- Mark inom 10 meter från transportled för farligt gods får inte bebyggas oavsett övrig åtgärdsimplementering. Detta då kortare avstånd kan ge upphov till extrem flampåverkan och risk för mekanisk påverkan i händelse av avkörning även om övriga åtgärder är vidtagna.

8 SLUTSATSER

WSP:s bedömning av den samlade riskbilden mot planområdet är att föreslagen typ av byggnation är möjlig ur ett riskhänseende förutsatt att åtgärder implementeras enligt förslag.

För att möta de byggnadstekniska åtgärdskraven föreslår WSP att byggnaden förses med korridorer/inbyggda loftgångar i riktning mot samtliga riskkällor för att förhindra brandspridning och inläckage av ammoniak till boendemiljön.

Handlingen skall revideras vid förändrade förutsättningar.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Bilaga A. Statistiskt underlag

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som ligger till grund för kommande bedömningar och beräkningar.

A.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [7] presenteras metoder för beräkning av frekvens för trafikolycka samt trafikolycka med farligt gods-transport på väg. Rapporten är en sammanfattning av Väg och transportforskningsinstitutets rapport [13] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det andra av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.


Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2030.

Tabell 6. Trafikflöde Åbyvägen, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.

	0 m fritt	30 m fritt	Alternativ 3	Alternativ 4
ÅDT [fordon per dygn]	27000	27000		
Hastighetsgräns [km/h]	50	50		
Antal fordon med FG	1,6	1,6		
Olyckskvot	1,5	1,5		
Andel singelolyckor	0,1	0,1		
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,00	0,00		
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	3002,1	3002,1	#DIV/0!	#DIV/0!

Tabell 7. Trafikflöde Södra länken, indata i beräkningsmodellen samt beräknat antal olyckor involverande ADR-S klassad transport för respektive undersökt alternativ.

	Tidigare bedömning	Enligt TRAFI	Alternativ 3	Alternativ 4
ÅDT [fordon per dygn]	99000	99000		
Hastighetsgräns [km/h]	70	70		
Antal fordon med FG	69,3	69,3		
Olyckskvot	0,6	0,6		
Andel singelolyckor	0,3	0,3		
Antal olyckor involverande fordon med FG [per år]	0,01	0,01		
Förväntat tidspann mellan FG olycka [år]	155,0	155,0	#DIV/0!	#DIV/0!

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

A.2. Fördelning mellan de olika ADR-S klasserna

Antal transporter samt hur de är fördelade på olika ADR-S klasser på Åbyvägen har uppskattats utifrån antalet identifierade tänkbara målpunkter utmed vägen och presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Antalet farligt godstransporter på Åbyvägen uppskattat utifrån antalet tänkbara målpunkter utmed vägsträckningen samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.


	0 m fritt	30 m fritt	Alternativ 3	Alternativ 4
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	1,6	1,6	0	0
ADR-S klass				
1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.1	12,50%	12,50%	0,00%	0,00%
2.3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	87,50%	87,50%	0,00%	0,00%
5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Övriga	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

År 2009 skedde totalt sett i hela Sverige omkring 415 000 transporter och den totala mängden gods var drygt 10 miljoner ton [25].

Tabell 9 redovisar som komplement till de siffror som hämtats ur tidigare riskbedömning [14] ett medelvärde för transporter över hela landet, år 2008-2010, vilket anses representera den undersökta vägsträckan. [26] och [25].

Tabell 9. Antalet farligt godstransporter på Södra länken baserat på tidigare riskbedömning [14] samt fördelning mellan ADR-S klasser för respektive alternativ.

	Tidigare bedömning	Enligt TRAFKA	Alternativ 3	Alternativ 4
Antal ADR-S klassade transporter per dygn	69,3	69,3	0	0
ADR-S klass				
1	0,00%	2,32%	0,00%	0,00%
2.1	0,40%	11,87%	0,00%	0,00%
2.3	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%
3	99,60%	72,74%	0,00%	0,00%
5	0,00%	3,48%	0,00%	0,00%
Övriga	0,00%	9,51%	0,00%	0,00%

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Bilaga B. Frekvensberäkningar

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med hjälp av händelseträds metodik beräknas sedan frekvenser för respektive olycksscenario för de olika klasserna. Händelseträden utvecklas i kommande avsnitt för varje ADR-S klass. Vid behov anpassas frekvenser till analysens geografiska avgränsningar.

Grundfrekvensen om 1 km räknas sedan om för att passa den faktiska vägsträcka från vilken konsekvens mot planområdet kan härröra. För Åbyvägen och Södra länken har denna sträcka ansatts till 200 respektive 250 meter.

B.1. ADR-S Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [11]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen genom värme, ljus, ljud, gas, dimma eller rök. För att en sådan reaktion ska initieras krävs att tillräcklig energi tillförs ämnet. Vid ett olyckstillfälle kan en kraftig stöt eller en brand tillföra sådan energi till explosivämnet att det detonerar.


B.1.1 Transporterad mängd

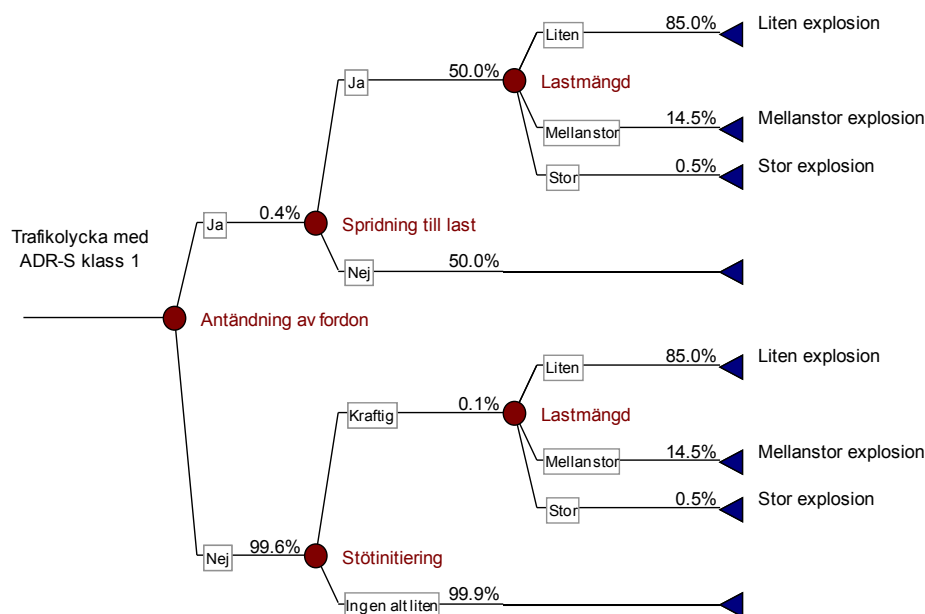
Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [27] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexplosion). Vid beräkningar används riskgrupp 1.1 som representant för vidare utredning av ämnen i ADR-S klass 1. Detta bedöms vara ett konservativt antagande.

Transporterad mängd är avgörande för explosionsverkan. Maximal mängd massexplosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexplosiva varor.

B.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 22 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett involverande ett fordon lastat med explosiva ämnen. Dessa sannolikheter ligger till grund för frekvensberäkningar och motiveras i texten.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 22. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

B.1.2.1. Antändning av fordon

De brandscenarier som kan leda till påverkan på lasten bedöms i huvudsak kunna uppkomma om transporten är involverad i en olycka som föranleder brand eller till följd av fordonsfel som leder till brand, till exempel överhettade bromsar eller elektriska fel.


Tillgänglig statistik över omfattningen av bränder inom transportsektorn är begränsad. Utifrån tillgänglig statistik från olika länder (bland annat Japan och Tyskland) anges en olyckskvot på cirka 1 fordonsbrand per 10 miljoner fordonskilometer [28]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [29] [30].

B.1.2.2. Brandspridning till lasten

Sannolikheten för spridning till last och detonation beror på vilken typ av ADR-S klass som involveras, vilket ämne, brandens storlek, mängden transporterat ämne med mera.

En fransk studie av fordonsbränder i tunnlar visar att 4 av 10 bränder släcks av personer på plats [31], med hjälp av enklare släckutrustning. Sådan släckutrustning finns dock sällan tillgänglig på ytvägnäten, men regelverken för transporter av farligt gods ställer krav på transportören att ha handbrandsläckare, och andelen släckta bränder i ADR-S klassade transporter bedöms vara något högre än vid andra olyckor.

Resterande bränder antas bli släckta av räddningstjänsten, men då osäkerheter råder om insatstiden kan det inte förutsättas att räddningstjänsten alltid förhindrar att branden sprider sig till den explosiva lasten. Utifrån detta resonemang görs samma

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan [32], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

B.1.2.3. Stöt

Med stöt avses sådan med intensitet och hastighet att den kan initiera en detonation. Det krävs kollisionshastigheter som uppgår till flera hundra m/s [33]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [34] anger att sannolikheten för en stötinitierad detonation vid en kollision är mindre än 0,2 %.

Med hänsyn till den utveckling som skett inom fordonsutformning och trafiksäkerhet de senaste 20 åren antas sannolikheten för en stötinitierad detonation vara lägre än de 0,2 % som HMSO anger. Utifrån ovanstående bedöms sannolikheten för att en stöt initierar en detonation vara 0,1 %.

B.1.2.4. Fördelning mellan lastmängder

Genomfartstrafik respektive transporter till centrallager bedöms vanligen utgöras av maximalt lastade fordon, vilket motsvarar en last på 16 ton med fordon av EX/III-klass. Detta har framkommit i intervjuer med tillverkare och transportörer av explosiva ämnen [35] [36].


Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [37] anger att genomfartstrafik utgör omkring 0,5 % av alla transporter med farligt gods. Transporter med 16 ton antas därmed utgöra mindre än 0,5 % av samtliga transporter i klass 1. Detta överensstämmer med uppgifter från tre stora transportörer, som anger att andelen transporter med så stora lastmängder utgör mindre än 1 % av det totala antalet transporter med explosiva varor [38]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [39] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen som anges i Tabell 10 nedan, för lastmängder av explosiva ämnen. Den representativa lastmängden är ett viktat medelvärde utifrån fördelningen av de ingående lastmängderna.

Tabell 10. Fördelning mellan lastmängder vid vägtransport av ADR-S klass 1.

Lastmängd	Inkluderat viktintervall	Andel	Representativ lastmängd för konsekvensberäkningar
Mycket stor	(16 000 kg)	0,5 %	16 000 kg
Mellanstor	(500-5000 kg)	14,5 %	1 500 kg
Liten	(<500 kg)	85 %	150 kg

B.2. ADR-S Klass 2 – Gaser

ADR-S klass 2 omfattar rena gaser, gasblandningar och blandningar av en eller flera gaser med ett eller flera andra ämnen samt föremål innehållande sådana ämnen.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Gaser tillhörande ADR-S klass 2 är indelade i olika riskgrupper beroende på dess farliga egenskaper; brandfarliga gaser (riskgrupp 2.1.), icke brandfarliga, icke giftiga gaser (riskgrupp 2.2) samt giftiga gaser (riskgrupp 2.3) [11]. Volymen per transport kan, beroende på fordon och ämne, uppgå till cirka 30 ton. Störst skadeverkan vid vådautsläpp orsakar kondenserade gaser (i flytande form vid förhöjt tryck), brandfarliga gaser eller giftiga gaser. Nedan beskrivs riskgrupp 2.1 och riskgrupp 2.3 närmre.

B.2.1 ADR-S Riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

ADR-S riskgrupp 2.1 omfattas av brandfarliga gaser, exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Här utgör brand den huvudsakliga faran, och gaserna är vanligtvis inte giftiga¹. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [40]. Gasol är ett exempel på en tryckkondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg [32].

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typen av antändning. Om den, under tryck, läckande gasen antänds omedelbart uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och kan antändas senare. Det tredje scenariot är en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).


B.2.1.1. Representativt ämne

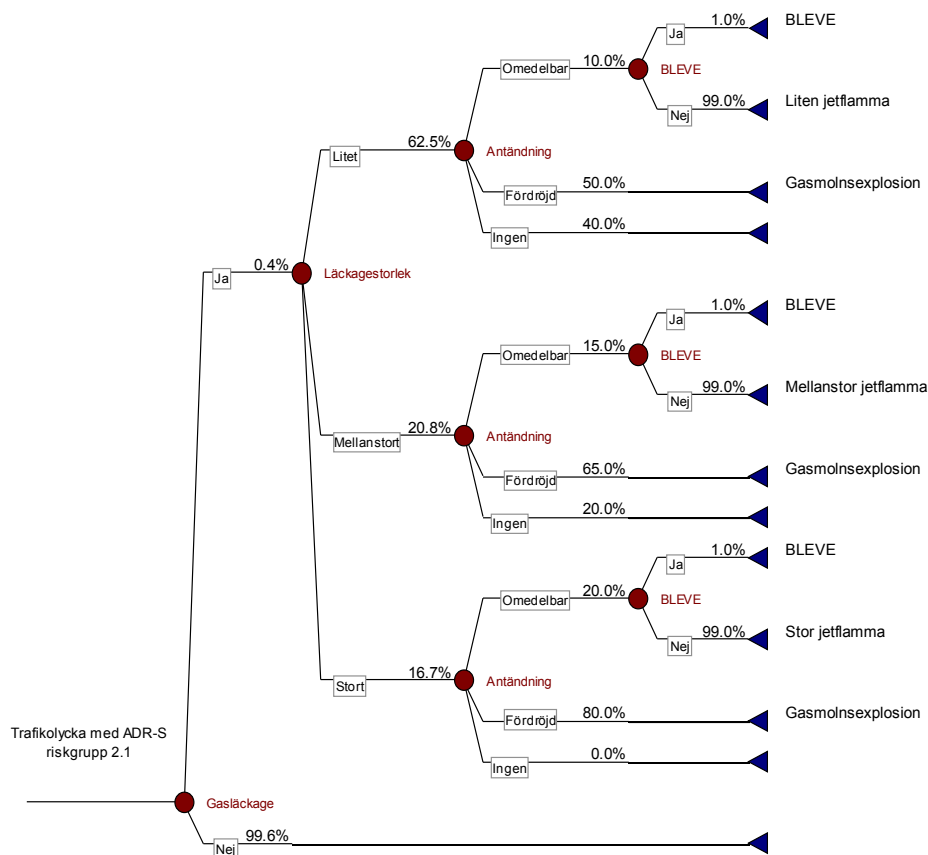
Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

B.2.2 Händelsetråd med sannolikheter

Figur 23 redovisar sannolikheterna i händelsetrådet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.

¹ Vissa giftiga gaser, som exempelvis ammoniak, är vid höga koncentrationer även brandfarliga. De beaktas i huvudsak med avseende på de giftiga egenskaperna, vilka ger upphov till längre konsekvensavstånd än de brandfarliga egenskaperna.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 23. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

B.2.2.1. Gasläckage


Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [41]. Erfarenheter från utländska studier visar att sannolikheten för läckage av det transporterade godset då sänks till 1/30 av värdet för läckage i tankbil med ADR-S klass 3 [7].

B.2.2.2. Läckagestorlek

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 [7] utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*) respektive 17,9 kg/s (*stort*). Med gasol som gas har arean på läckaget beräknats till 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 % [7].

B.2.2.3. Antändning

När ett läckage av brandfarlig gas, klass 2.1, har skett finns det en risk att gasen antänds. Antändningen kan inträffa direkt eller vara fördröjd. En direkt antändning antas leda till att en jetflamma uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [42], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. För ett utsläpp som är större än 1500 kg anges motsvarande siffror vara 20 %, 80 % och 0 %. Dessa värden används för *stort* läckage. För *medelstort* läckage antas ett medeltal av ovanstående sannolikheter rimligt att använda, det vill säga 15 %, 65 % och 20 %.

B.2.2.4. BLEVE


En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) kan inträffa om en tank med tryckkondenserad gas värms upp så snabbt att tryckökningen leder till att tanken rämnar. Detta resulterar i att den kokande vätskan (tryckkondenserad gas) momentant släpps ut och antänds. Detta resulterar i ett mycket stort eldklot. En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank, utan fungerande säkerhetsventil eller där säkerhetsventilen inte snabbt nog hinner avlasta trycket. Det krävs då att en direkt antändning har skett vid en intilliggande tank och orsakat jetflamma som är riktad direkt mot den oskadade tanken. Sannolikheten för att ovan givna förutsättningar ska infalla samtidigt och leda till en BLEVE bedöms vara liten, uppskattningsvis 1 %.

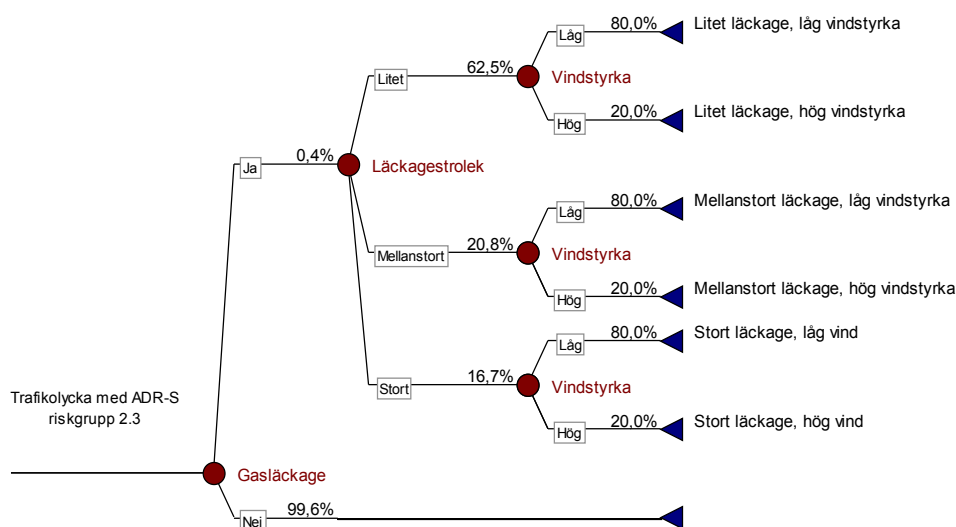
B.2.3 ADR-S riskgrupp 2.3 – Giftiga gaser

ADR-S riskgrupp 2.3 omfattar giftiga gaser, exempelvis ammoniak, fluorväte, kolmonoxid, klor, klorväte, svaveldioxid, svavelväte, cyanväte och kvävedioxid. Vissa giftiga gaser är också brandfarliga, som exempelvis ammoniak.

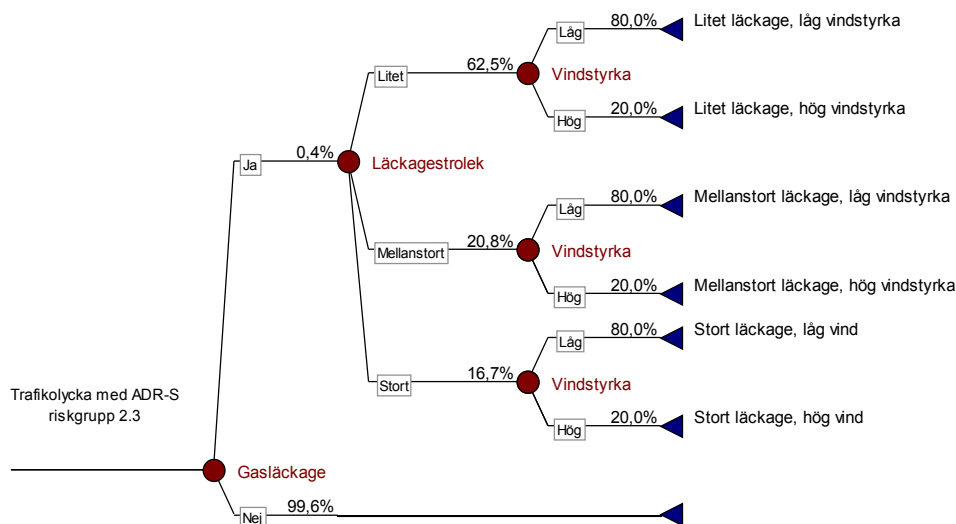
B.2.3.1. Representativt ämne

Valet av representativ giftig gas som beaktas vidare i analysen baseras på IDLH-värdet (Immediately Dangerous to Life and Health), vilket avser den koncentration som vid exponering innebär omedelbar fara för människors liv eller som ger upphov till irreversibla skador. Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, så fortsättningsvis beaktas konsekvenser av en olycka med svaveldioxid.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	




Figur 24 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 24. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3 för Södra Länken.

B.2.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [7]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [41]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [7].

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

B.2.4.2. Läckagestorlek

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av giftig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där storlekarna är definierade utifrån utsläppets källstyrka. Storleken på läckaget är samma som för ADR-S klass 2.1 det vill säga 0,1; 0,8 respektive 16,4 cm². Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %; 20,8 % och 16,7 % [7].

B.2.4.3. Vindstyrka


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 runt om landet avlästs månad för månad. Insamlad data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s [43]. Vindhastighet över 4 m/s betecknas i denna analys som hög och vindhastighet lägre än 4 m/s betecknas som låg. Utifrån vinddata hämtad från Tullinge mätstation ansätts sannolikheten för hög respektive låg vindhastighet vara 30 respektive 70 procent.

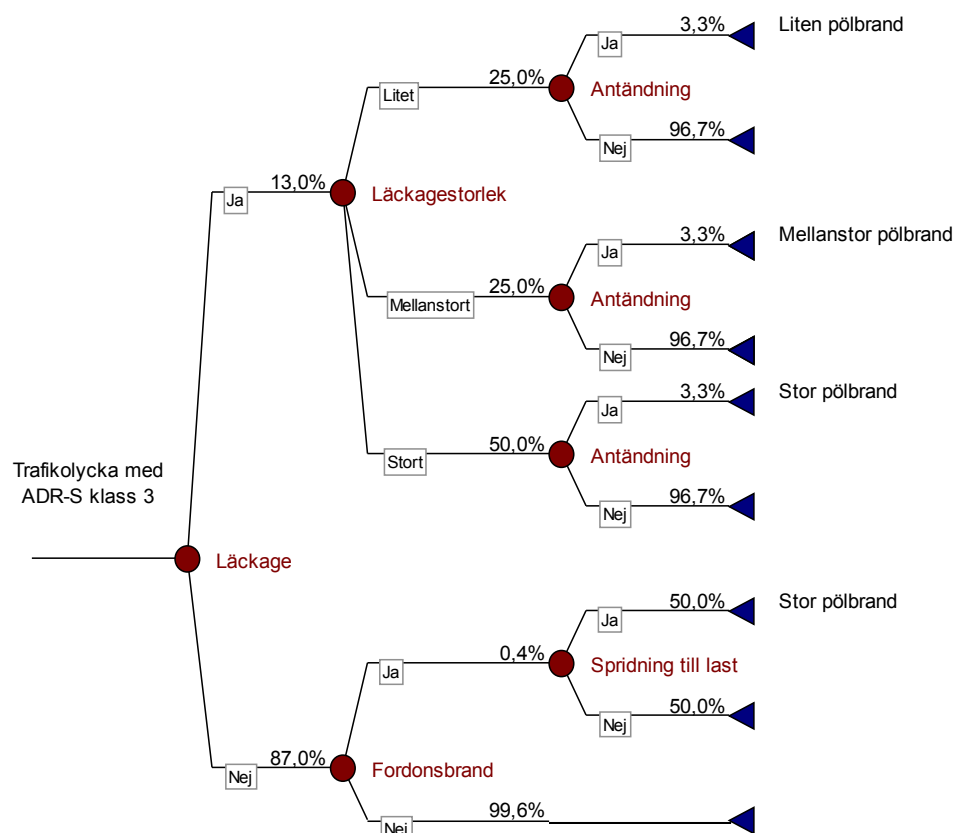
B.3. ADR-S Klass 3 – Brandfarliga vätskor

ADR-S klass 3 omfattar brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel etc. De flesta transporter av farligt gods utgörs av brandfarliga vätskor.

B.3.1 Händelseträdd med sannolikheter

Figur 25 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	



Figur 25. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3 för Södra länken.

B.3.1.1. Läckage


Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage antas vara 0,13 och 0,02 för Södra länken respektive Åbyvägen [7].

B.3.1.2. Läckagestorlek

Storleken på läckaget varierar beroende på tankbilens storlek och typ. Enligt uppgifter från transportbolagen, när det gäller klass 3-produkter, är det vanligast att tankbilar med släp transporterar godset [44] [45]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [7]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

B.3.1.3. Antändning

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [46]. Sannolikheten för antändning av läckage med diesel på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, medan sannolikheten för antändning av ett bensinläckage är större. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska vara bensin. Sannolikheten att antändning sker givet läckage av bensin, oberoende av om det är litet, mellanstort eller stort, är 3,3 % [34].

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

B.3.1.4. Fordonsbrand

I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt B.1.2) är denna cirka 0,4 %. Fordonsbranden kan sprida sig till lasten, och denna sannolikhet uppskattas till 50 %.

B.4. ADR-S Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

ADR-S klass 5 är indelad i två riskgrupper; oxiderande ämnen (riskgrupp 5.1) och organiska peroxider (riskgrupp 5.2).

B.4.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [11].


Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckupbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [47]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [48] och FOI [49] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensen, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper [50].

B.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [40]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

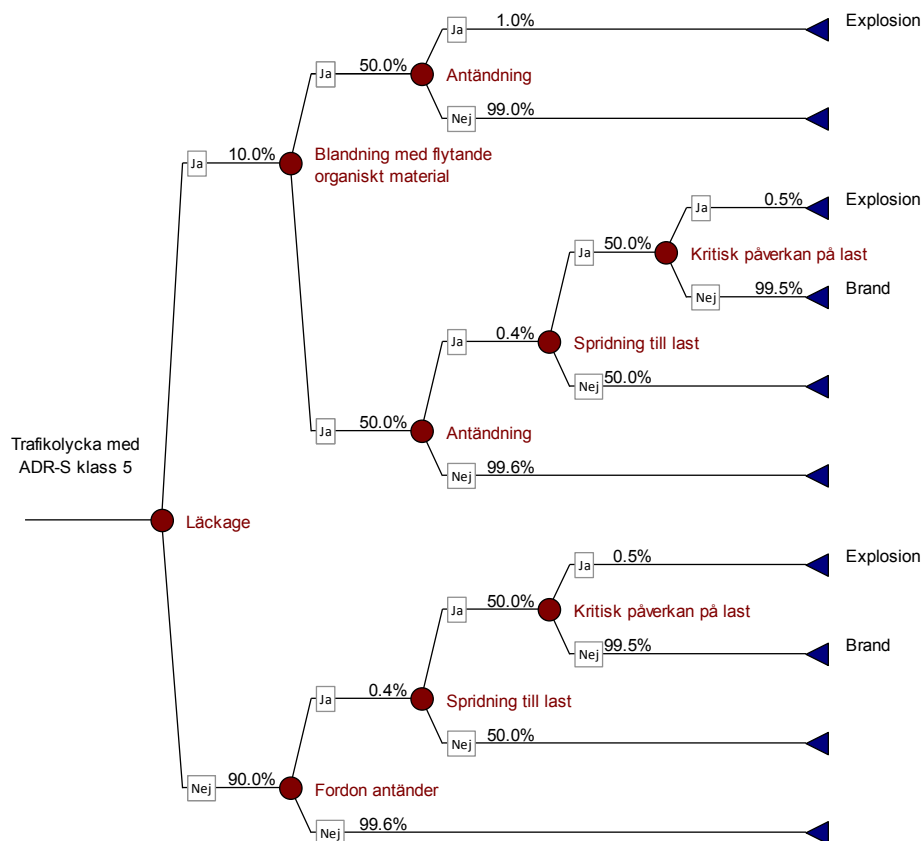
B.4.2.1. Transporterade mängder och representativt ämne

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter [51], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

B.4.2.2. Händelsesträd med sannolikheter

Figur 26 redovisar ett händelsesträd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.




Figur 26. Händelsesträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

B.4.2.3. Läckage

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton [52]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

B.4.2.4. Blandning med flytande organiskt material

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

ammoniumnitratet blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

B.4.2.5. Antändning av blandning

För att blandningen av ammoniumnitrat och bränsle ska explodera krävs att energi tillförs. I denna bedömning har explosion till följd av olyckan antagits ske med en sannolikhet av 1 %. Antagandet baseras på statistik avseende antändning av ett utsläpp med brandfarlig vätska och bedöms vara en konservativ uppskattning då brandfarlig vätska antas vara mer lättantändlig.

B.4.2.6. Antändning av oblandat gods

Sannolikheten för en antändning efter ett utsläpp av lasten, men utan att den blandats med organiskt material, bedöms utifrån ämnets egenskaper vara lika stor som sannolikheten att fordonet i sig fattar eld vid olyckan, det vill säga 0,4 %.

B.4.2.7. Antändning av fordon vid olycka


I enlighet med tidigare antagande avseende sannolikheten för att en trafikolycka leder till brand i fordon (se avsnitt B.1.2) är denna cirka 0,4 %.

B.4.2.8. Brandspridning till lasten

För att ett explosivt förlopp ska ske i detta fall krävs tillförsel av energi i form av antingen en brand eller detonation i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. Sannolikheten för att fordonsbranden ska sprida sig till lastutrymmet beror bland mycket annat på fordonets utformning och hur lasten förvaras. Enligt tidigare resonemang antas sannolikheten för brandspridning till lasten vara 50 %.


B.4.2.9. Kritisk påverkan på last

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [48]. Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett själv-underhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas [47]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

B.5. Ackumulerad olyckspåverkan

Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till (konsekvensavstånd redovisas i Bilaga C).

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Bilaga C. Konsekvensberäkningar

Tabell 11 visar samtliga identifierade scenarier som kan ge upphov till konsekvenser i form av omkomna. Uppdelningar i två olika konsekvensindex för explosioner beror på att två olika konsekvensavstånd särskiljs, vilket förklaras vidare i C.3. Kriterier och avstånd för respektive scenario presenteras i följande textavsnitt för respektive ADR-S klass.

Tabell 11. Samtliga scenarier som kan ge upphov till dödliga konsekvenser.


ADR-S Klass	Konsekvensindex	Scenario
1	1a	Liten explosion
	1b	
	2a	Mellanstor explosion
	2b	
	3a	Stor explosion
	3b	
2.1	1	BLEVE
	2	Liten jetflamma
	3	Gasmolnsexplosion
	4	Mellanstor jetflamma
	5	Stor jetflamma
2.3	1	Litet läckage låg vindstyrka
	2	Litet läckage hög vindstyrka
	3	Mellanstort läckage låg vindstyrka
	4	Mellanstort läckage hög vindstyrka
	5	Stort läckage låg vindstyrka
	6	Stort läckage hög vindstyrka
3	1	Liten pölbrand
	2	Mellanstor pölbrand
	3	Stor pölbrand
5	1a	Explosion
	1b	
	2	Brand

C.1. Persontäthet

För att beräkna persontätheten i området har en grov uppskattning baserad på det totala antalet planerade bostäder och den totala ytan som ska exploateras utförts likt i tidigare utförd riskbedömning [14].

I denna rapport har antalet personer viktats om beroende på dygnstidpunkt där det antas att 25% är hemma dagtid och 90% är hemma nattetid. Andelen arbetstagare i området som arbetar natt respektive dag ansätts till 90 respektive 10 procent. Det antas att 12 timmar om dygnet räknas som dag och resten som natt.

Detta ger en persontäthet för olika tidpunkter enligt Tabell 12. Personantal och persontäthet vid olika tidpunkter på dygnet.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Tabell 12. Personantal och persontäthet vid olika tidpunkter på dygnet.

Tidpunkt	Boende, N	Arbetstagare, N	Totalt antal, N	Persontäthet, N/ km ²
Totalt [14]	10 000	2 600	12 600	21 000 /km ²
Dagtid	2 500	2 340	4 840	8 100 /km ²
Nattetid	9 000	260	9 260	15 400 /km ²

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast vägkant. Detta antagande är grovt, och i aktuellt fall utgör cirka 30 meter ett befolkningsfritt avstånd från vägkant. Därför subtraheras personantalet inom detta område från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. Hur stort detta avstånd är anges i respektive undersökt alternativ. För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmålet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

C.2. Antagande om olyckans placering

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från vägkant närmast området.


Om det finns en mittbarriär eller avståndet mellan två körriktningar är stort används ett differentierat konsekvensavstånd. Individriskkurvor från respektive körfält slås ihop till en, där det ena körfältets konsekvensavstånd korrigerats för att gälla för det ökade avståndet från vägkanten. Grafen visar fortfarande risken på ett avstånd från vägkant närmast området.

C.3. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [53].

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg, och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara försumbart. Vad gäller trycknivåer, och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa [54]. Dessa värden avser dock direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador (då människor kastas iväg av explosionen) bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Byggnader har normalt en relativ låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammantaget bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

påverkan, beroende på vilken effekt som studeras. Följande antaganden har gjorts vad gäller konsekvenserna:

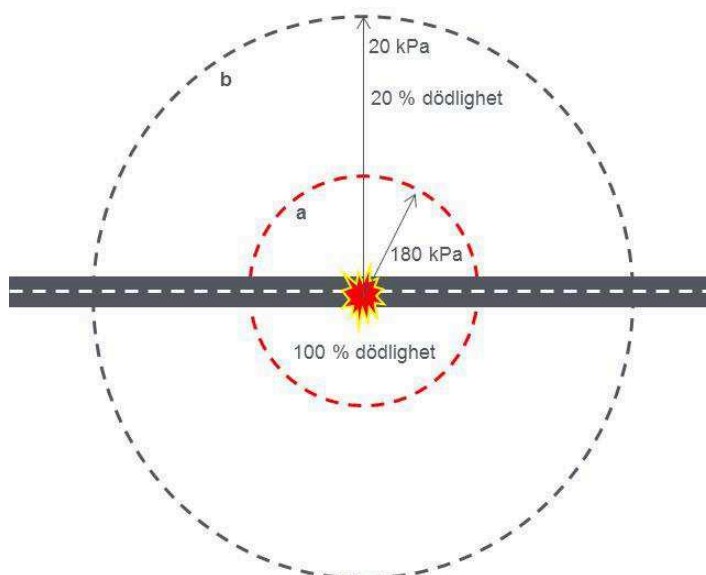
- Inom det område där trycket överstiger 180 kPa antas 100 % av personerna omkomma.
- Inom det område där trycket hamnar i intervallet 20-180 kPa antas 20 % av personerna omkomma.

Skadeverkan vid varje explosionsscenario har därför delats upp i två delkonsekvenser, a och b, beroende på avstånd till trycknivåerna 180 respektive 20 kPa i enlighet Figur 27.


Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [55] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 13. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 13. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt-vågen.

Konsekvens	Representativ godsmängd	Avstånd $P \geq 180$ kPa	Avstånd $P \geq 20$ kPa
Liten explosion	150 kg	13 m	41 m
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 m	88 m
Stor explosion	16 000 kg	62 m	193 m



Figur 27. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

C.4. ADR-S klass 2 – Gaser

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

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

C.5. ADR-S riskgrupp 2.1 – Brandfarliga gaser

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

Programvaran *Spridning Luft* [56] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [25], för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 14. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagediameter	Läckagearea
Litet	0,09 kg/s	0,32 cm	0,08 cm ²
Mellanstort	0,9 kg/s	1,03 cm	0,83 cm ²
Stort	17,9 kg/s	4,56 cm	16,37 cm ²

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Gasen antas vara propan (gasol).
- Hålet antas vara intryckt utifrån.
- En jetflamma antas vara horisontell.


C.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [54]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

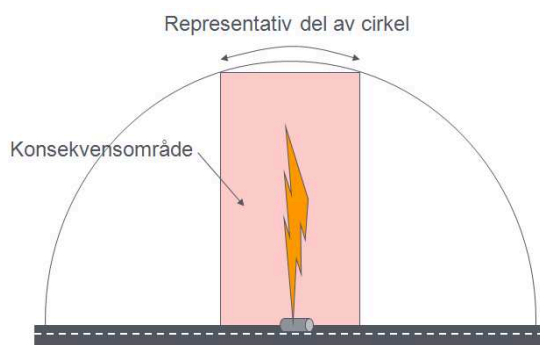
C.7. Jetflamma

En jetflamma kan uppstå om ett utsläpp av en brännbar gas antänds och förbränns direkt i anslutning till själva läckaget. En mycket kraftig stående flamma uppstår då när gasen trycks ut från kärlet.

Konsekvenserna av en jetflamma har beräknats utifrån exempel 11.3.3 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [54], där flammans längd

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [57] används sedan för att beräkna ett riskavstånd dit 50 % antas få dödliga skador av strålningen inom tiden $t = 10$ s. För frekvensreducering med hänsyn till att en jetflammas konsekvensområde inte är cirkulärt används en metod med en representativ del av en cirkel, enligt Figur 28.



Figur 28. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

C.8. Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion 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 förbränns hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet. 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 [56] används för spridningsberäkningarna där avståndet till halva den undre brännbarhetsgränsen beräknas. Detta avstånd beräknas är för att på ett konservativt sätt ta hänsyn till strålningspåverkan, som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Gasmolnsexplosionen beräknas utifrån ett stort läckage. Beräknat konsekvensområde approximeras med en cirkelsektor enligt Figur 27.

C.9. Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

Nedan sammanställs de framräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1.

Tabell 15. Beräknade konsekvensavstånd inom vilket personer antas omkomma.

Index	Scenario	Konsekvensavstånd
1	BLEVE	170 meter
2	Liten jetflamma	5 meter

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

3	Gasmolnsexplosion	42 meter
4	Mellanstor jetflamma	17 meter
5	Stor jetflamma	73 meter

C.10. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmet *Spridning Luft* [56]. Följande indata har använts: Tankbil med 24 ton svaveldioxid, omgivningstemperatur 15°C, packningsläckage eller hål på tank, tät skog/stad (ytråhet 1m), stabilitetsklass B.

För låg vindstyrka används vindhastigheten 2 m/s och för hög vindstyrka 6 m/s. Konsekvensområdet approximeras sedan med en cirkelsektor enligt Figur 28, och resultaten redovisas i Tabell 16.

Tabell 16. Konsekvensavstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Vind	Avstånd till <100 ppm	Vinkel
Litet	2 m/s	27 meter	55°
	6 m/s	29 meter	27,2°
Mellanstort	2 m/s	88 meter	59,2°
	6 m/s	96 meter	29,2°
Stort	2 m/s	458 meter	52,2°
	6 m/s	461 meter	25,6°

C.11. ADR-S klass 3


För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt till följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad [32] [58].

De pölstorlekar som antas kunna bildas vid läckage av brandfarlig vätska har för olycka på väg antagits till 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) respektive 400 m² (*stort*). All brandfarlig vätska (bensin, diesel och E85) antas i beräkningarna utgöras av bensin, vilket bedöms vara konservativt.

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av handberäkningar [32]. I Tabell 17 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 17. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Infallande strålning > 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 meter

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Mellanstort utsläpp	200 m ²	22,5 meter
Stort utsläpp	400 m ²	30 m

C.12. ADR-S klass 5

Två typer av olycksscenarier med påverkan på omgivningen har identifierats i samband med olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider: Explosion och brand.


C.12.1.1. Explosion

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [50]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

Resultaten visar att personer i omgivningen omkommer inom drygt 30 meter, medan byggnader skadas inom drygt 120 meter.

C.12.1.2. Brand

En brand som inkluderar ämnen i ADR-S klass 5 är mycket intensiv, eftersom dessa ämnen är brandunderstödjande. Grovt antas en sådan brand motsvara en stor pölbrand så som den beaktas inom ADR-S klass 3 ovan. Konsekvensavståndet blir därmed 30 meter.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Bilaga D. Beräkningar ammoniak

Riskbidrag från ammoniakhantering på Martin & Servera har kvantifierats genom statistik från CPR 18E [8], spridningssimulering med MSB:s programvara Spridning Luft samt vinddata från SMHI för Tullinge mätstation mellan 1995-2015.

D.1. Frekvensberäkningar

I CPR 18E, Purple Book, redogörs över frekvens för LOC (Loss of containment) för olika systemdelar t.ex. rör, pumpar, cisterner etc. baserad på statistiska underlag insamlade för 1997.

För ammoniakhanteringen på Martin & Servera har beräkningar för läckage utgått ifrån utanpåliggande rör identifierade vid utvändig besiktning av anläggningen.

Frekvens för olika typer av rörbrott enligt CPR 18E [8] enligt Tabell 18.

Tabell 18. Grundfrekvens för dimensionerande läckage i rördelar enligt CPR 18E.

Rördiameter	Fullständigt rörbrott*	Läckage**
$\varnothing < 75 \text{ mm}$	$1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$
$75 \text{ mm} < \varnothing < 150 \text{ mm}$	$3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$	$2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$
$150 \text{ mm} < \varnothing$	$1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{y}^{-1}$

* Utlopp motsvarande hela rördiametern

** Utlopp motsvarande 10% av nominell rördiameter

I beräkningarna har en rörlängd om 30 meter och en nominell diameter understigande 75 mm antagits. Antagandet är konservativt då frekvensen för rörbrott i mindre rör är högre. Viktat ges frekvenser om $3 \cdot 10^{-5}$ och $1,5 \cdot 10^{-4}$ per år för respektive dimensionerande läckage.


D.1.1 Meteorologisk data

Utfallet vid spridning av gas utomhus beror till stor del av väder där vindhastighet och atmosfärisk stabilitetsklass står för störst inverkan. Vid lugnt väder med stabila skiktningar är luftinblandningen i gasplymen mindre vilket ger en högre koncentration på större avstånd.

För att kunna genomföra beräkningarna på ett så kvantitativt sätt som möjligt har mätdata för väder inhämtats från Tullinge mätstation. Erhållen information redogör för fördelningen av vindhastighet mellan åren 1995 och 2015. Ingen information över förekomst av olika stabilitetsklasser har erhållits varför en fördelning över dessa baserat på vindhastighet har gjorts enligt Tabell 19.

Tabell 19. Dimensionerande väderdata för simuleringar baserat på data över vindhastigheter och uppskattad förekomst av atmosfärisk stabilitetsklass.

Scenario	Klass F – 1,5 m/s	Klass B – 3,0 m/s	Klass E – 5,0 m/s	Σ
Förekomst	0,336	0,38	0,284	1

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Då planområdet är beläget strax norr om riskkällan kommer exponeringen i händelse av olycka bero av sannolikheten för sydlig vind. Vind från sydväst, söder och sydost bedöms ge en spridning över planområdet. Data över vindriktningar mellan åren 1961 och 2004 för Tullinge mätstation har hämtats från SMHI [59] och presenteras i Tabell 20.

Tabell 20. Fördelning av vindriktningar vid Tullinge mätstation mellan åren 1961-2004.

Vindriktning	N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Stilla	Σ
Förekomst	0,087	0,06	0,063	0,135	0,117	0,172	0,125	0,119	0,122	1

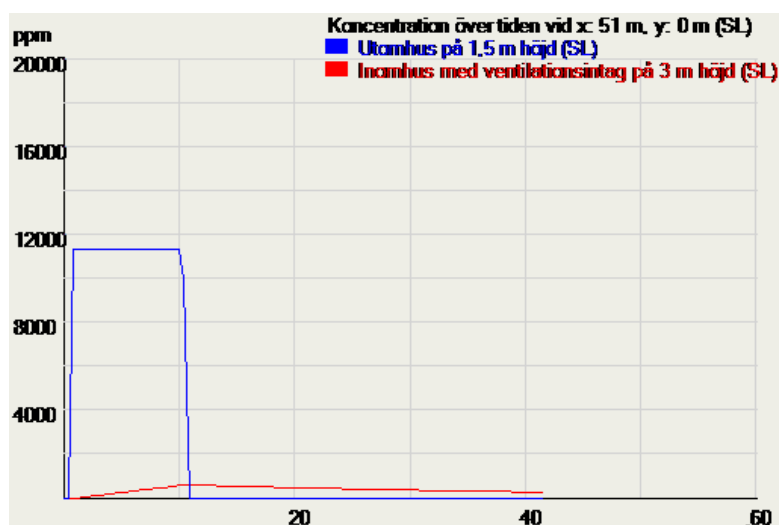
Sannolikheten att ett läckage sker samtidigt som ogynnsam vind har utifrån ovanstående ansatts till 42 procent. Vid övriga vindriktningar ansätts att inga människor inom planområdet exponeras.

D.2. Konsekvensberäkningar


Konsekvensen i händelse av läckage beror av läckagets storlek, rådande väderförhållanden vid tidpunkten samt antalet människor som befinner sig i närområdet.

D.2.1 Exponering

Persontätheten vid olika tidpunkter har behandlats tidigare i C.1. I CPR 18E antas att personer vilka befinner sig inomhus generellt inte påverkas av ett utsläpp av giftig gas [1]. Detta är ett angreppssätt som även denna rapport anammat, men för att säkerställa antagandets giltighet verifierats det per simuleringar med MSB:s program Spridning luft. Verifieringen utgår från det värsta scenariot och visar att endast låga koncentrationer uppstår inomhus givet en halv luftomsättning per timme (Figur 29).



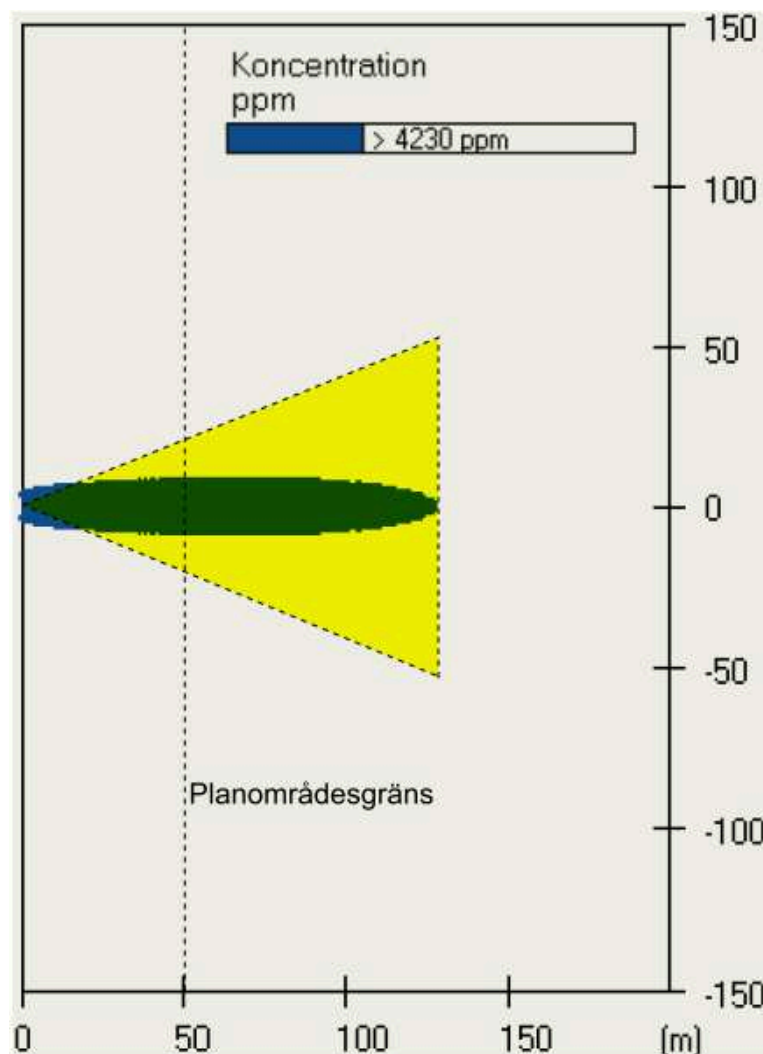
Figur 29. Koncentration inomhus vid 50 meter från utsläppspunkt enligt Spridning luft @ Stabilitetsklass F, vindhastighet 1,5 m/s, källstyrka 1,0 kg/s.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	


Andelen personer som befinner sig utomhus dagtid och nattetid ansätts därför i enlighet med CPR 18E [8] till sju respektive en procent. Baserat på den totala persontätheten i Tabell 12 ger detta en exponerad persontäthet om 567 pers/km² och 154 pers/km² under dag- respektive nattetid. Det totala antalet personer som berörs kan bestämmas när berörd area är beräknad. Arealen beror av plymens utbredning.

D.2.2 Spridning och källstyrka

Den berörda arean beror av plymens utbredning som i tur beror av källstyrkan på läckaget samt de meteorologiska förutsättningarna vid tillfället. Berörd area har beräknats som en cirkelsektor bestående av simulerat konsekvensavstånd utmed plymens centrumlinje för 45 graders spridningsvinkel. Approximationen till en åttondels cirkelsektor överskattar berört område utom vid utsläppets direkta närhet vilket åskådliggörs i Figur 30.



Figur 30. Approximerad plymutbredning i gult ovanlagrad på resultatet ur simuleringar med spridning luft.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Ett utsläpp med ett konsekvensavstånd av 100 meter utmed centrumlinjen kommer således enligt beräkningarna att påverka N antal individer enligt nedanstående ekvation:

$$N_{dag} = \frac{100^2 \pi}{8} \cdot 567 \cdot 10^{-6}; \quad N_{natt} = \frac{100^2 \pi}{8} \cdot 154 \cdot 10^{-6}$$


För de båda scenarier som identifierats enligt CPR 18E [8] och redovisas i Tabell 18 har två källstyrkor ansatts. Dessa är 1,0 kg/s och 0,2 kg/s för *Fullständigt rörbrott* respektive *Läckage*. Då exakta rördimensioner eller systemtryck inte har erhållits bygger dessa källstyrkor på uppskattningar.

D.2.3 Indataexempel

I Tabell 21 redogörs för indata till spridning luft för ett scenario.

Tabell 21. Indatavärden för simulering med spridning luft. Endast de värden som avviker från förinställningar listas och kommenteras.

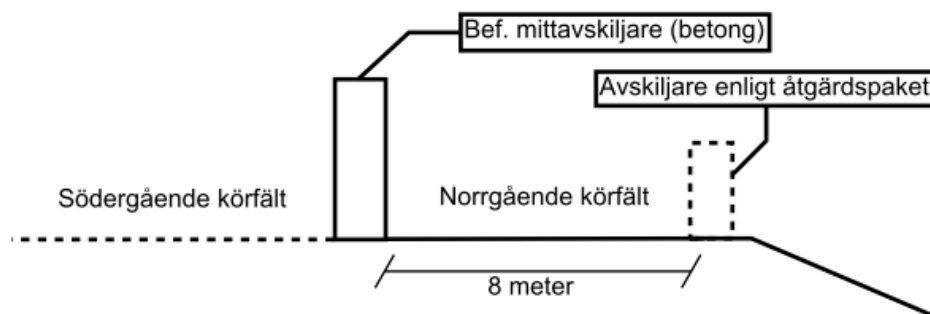
Parameter	Värde	Kommentar
Kemikalie	Ammoniak	Förinställd ämnesdata
Källstyrka	1,0 kg/s	Uppskattat läckage för fullständigt rörbrott
Varaktighet	10 minuter	Efter 10 minuter har drygt 20 % av den totala systemvolymen läckt ut. Vid denna tid förutsätts att läckaget ar stoppats manuellt eller automatiskt.
Ytråhet	0,5	Värdet är mitt emellan 'öppet landskap' och 'stad' vilket bedöms representativt för områdets topografi.
Vindhastighet	1,5 m/s	Ett av scenarierna
Stabilitetsklass	F – Stabil	Ett av scenarierna
Koncentration	4230 ppm	Identifierat gränsvärde för LC ₅₀

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

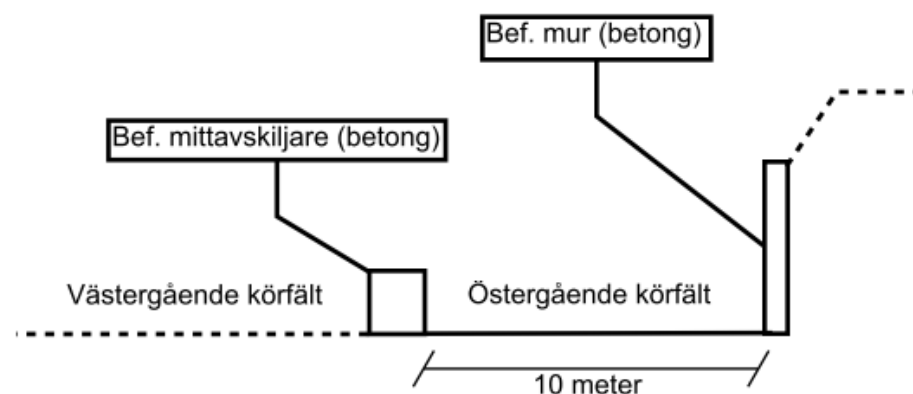
Bilaga E. Begränsad pölutbredning

Vid beräkning av infallande strålning i händelse av olycka med farligt gods i klass ADR-S 3, brandfarlig vätska, ansätts att pölutbredningen kan ske radiellt och således bilda en perfekt cirkulär pöl. Detta är den form av flambas vilken genererar den största flamhöjden tillika jämnaste förhållandet mellan flambas och höjd. Dessa egenskaper är i tur de som genererar störst synfaktor och därmed infallande strålning mot närliggande objekt.


På Åbyvägen (efter åtgärdsimplementering) och Södra länken enligt figurer nedan är körbanan dock tydligt avgränsad med barriärer som förhindrar bildandet av en cirkulär flambas. En pöl kommer därför istället att ta en avlång form vilket ger en lägre flamhöjd med en bredare flambas. Resultatet är en lägre infallande strålning mot närliggande byggnader vilket implicit erfordrar ett mindre skyddsavstånd.



Figur 31. Åbyvägens körfält kommer efter åtgärdsimplementering kunna liknas vid en 8 meter bred ränna vilken genererar en gynnsammare flamma.




Figur 32. Södra länkens körfält är redan i dagsläget tydligt avgränsade på ett sätt vilket ger gynnsammare förhållanden med avseende på strålningspåverkan. Vidare ger körfältets låga placering ytterligare skydd.


Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årsta-fältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

Bilaga F.Referenser

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, *Riskhantering i Detaljplanprocessen*, Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms Län, Stockholm: Länsstyrelsen, 2003.
- [3] Länsstyrelsens i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer," 2000.
- [4] Tyréns AB, PM Årsta-fältet riskhänyn, (uppdragsref: 252984), 2014.
- [5] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [6] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [7] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [8] CPR 18E, Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book', 1999.
- [9] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [10] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [11] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [12] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [13] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [14] Stockholms stad, "Riskhänyn i Programområde Årsta-fältet Stockholms Stad," 2013.
- [15] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Länsstyrelsens Webb-GIS," 2015. [Online]. Available: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>.
- [16] Svenska Kyl- & Värmepumpföreningen, "Svensk kylnorm - Aggregat med ammoniak".
- [17] Air Products and Chemicals, inc., "Material Safety Data Sheet - Ammonia," 1999.
- [18] L. Appelman, W. ten Berge och P. Reuzel, "Acute inhalation toxicity study of ammonia in rats with variable exposure periods," *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 43, nr 9, pp. 662-665, 1982.
- [19] AIRGAS INC, "Material Safety Data Sheet - Ammonia," 2011.
- [20] Amixo AB, "Säkerhetsdatablad - Ammoniak, vattenfri," 2013.
- [21] Yara North America, inc, "Material Safety Data Sheet - Anhydrous Ammonia," 2005.
- [22] MSB, Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

- [23] MSB, "Tankstationer för metangasdrivna fordon - Vägledning vid tillståndsprövning," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.
- [24] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [25] TRAFI, Trafikanalys, 2010.
- [26] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2009.
- [27] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [28] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [29] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [30] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [31] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [32] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [33] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [34] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [35] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [36] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
- [37] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]*. Hämtad 2010-08-11, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [38] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [39] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [40] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [41] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [42] G. Purdy, "Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 3 (1993), pp. 229-259, 1993.
- [43] H. Alexandersson, Norrköping: Sveriges meteorologiska institut, SMHI, 2006.
- [44] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [45] T. Gammelgård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [46] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk]* Hämtad 2010-07-08, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [47] G. Marlair och Kordek, M-A, "Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers," *Journal of Hazardous Materials*, pp. A123. pp 13-28, 2005.
- [48] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [49] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [50] R. Forsén, FOI, 2009.
- [51] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [52] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.

Uppdragsnr: 10203731	Postgården, kvarter G, Etapp 2, Årstafältet - Riskbedömning	
Daterad: 2015-04-20		
Reviderad: 2015-06-16		
Handläggare: Gustav Nilsson	Status: Godkänd	

- [53] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [54] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [55] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [56] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [57] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [58] BBR, Boverket, 2006.
- [59] SMHI, ”Vindstatistik för Sverige 1961-2004,” 2006.