

SJÖSTADSHÖJDEN - PM RISK

TILL UTREDNING AV GATUALTERNATIV FÖR SJÖSTADSHÖJDEN

2021-06-25



SJÖSTADSHÖJDEN - PM RISK

Till utredning av gatualternativ för Sjöstadshöjden

KUND

Exploateringskontoret Stockholm stad

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

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

KONTAKTPERSONER

Göran Nygren, WSP

UPPDRAGSNAMN
Sjöstadshöjden

UPPDRAGSNUMMER
10316944

FÖRFATTARE
Göran Nygren

DATUM
2021-06-25

REV DATUM

GRANSKAD AV
Johan Lundin

GODKÄND AV
Göran Nygren

SAMMANFATTNING

Exploateringskontoret i Stockholm och Stadsbyggnadskontoret (SBK) arbetar med ett planförslag för det planerade området Sjöstadshöjden i Södra Hammarbyhamnen i Stockholm. Syftet med detaljplanen är att omvandla Hammarbyvägen och Hammarby fabriksväg, idag en kraftig barriär, till en stadsgata i en nivå. Gatan avses utvecklas till ett tryggt, attraktivt, sammanhängande stadsrum kantat av arbetsplatser, lokaler i bottenvåningar och inslag av bostäder samt eventuellt hotell. Ett centralt placerat torg planeras också.

Planområdet begränsas i norr av Virkesvägen och i söder av Kalmgatan. Hammarbyvägen och Hammarby fabriksväg som utgör sekundärled för farligt gods går rakt igenom området. Hammarbyvägen utgör också en del av omledningsvägnätet för Södra länken, som utgör en primär farligt gods-led. WSP har fått i uppdrag att upprätta en riskbedömning med avseende på riskpåverkan från transport av farligt gods på sekundärleden samt för omledningsfallet då Södra länken är stängd.

Syftet med riskbedömningen är att uppfylla Länsstyrelsen i Stockholms läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led. Syfte är också att tydliggöra olika planeringsförutsättningar och utgöra beslutsunderlag för den inriktning som Stockholm stad väljer för hur området ska utformas.

Målet är att tydliggöra vilka planförutsättningar som kan bli aktuella vid utbyggnadsalternativet, att området exploateras enligt de förutsättningar som delgivits WSP.

Riskbedömningen ger förslag på olika åtgärder för att minimera risknivån och redovisar även planerade förändringar utan riskreducerande åtgärder.

De risker som har identifierats och bedöms relevanta för undersökt planområde är förknippade med farligt gods-trafiken på Hammarbyvägen, för två driftsituationer. Dels då Södra länken är stängd och farligt gods istället transporteras på Hammarbyvägen som utgör omledningsväg för Södra länken och dels ordinarie transporter till avnämare i området. Ett litet antal transporter med farligt gods går även via Textilvägen till objekt i närheten av planområdet. Transporterna på Textilvägen föranleder ingen riskpåverkan på det avstånd där planområdet är beläget. Det bedöms som att Hammarby fabriksväg som går parallellt med Hammarbyvägen kan utgå som sekundär farligt gods-led när området omformas.

Resultatet av individrisk- och samhällsriskberäkningarna påvisar att inget särskilt behov av riskreducerande åtgärder föreligger givet att planområdets gräns är belägen omkring 25 meter från Hammarbyvägen. För exploatering närmare än 25 meter föreslås en rad åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel. Detta kan jämföras med Länsstyrelsens riktlinjer att nybyggnation av bostäder bör ske på 75 m från farligt gods-led samt att 25 m bör lämnas byggnadsfritt.

De föreslagna riskreducerande åtgärderna är följande:

Område för ej stadigvarande vistelse, dvs plats där personer endast uppehåller sig tillfälligt, såsom parkeringar och parkmark får finnas inom 25 m från vägen utan riskreducerande åtgärder. Eventuella byggnader eller verksamheter som medför stadigvarande vistelse inom 21 m utformas med fasader i brandteknisk klass EI 60 samt med obrännbart fasadmateriäl och fönster utförda i minst brandteknisk klass EW60. Fönster ska i enlighet med förslaget minst utföras i EW60 till de höjder som redovisas i tabell 10 på respektive avstånden från väggkant. Byggnaderna utförs med utrymningsvägar bort från vägområdet. Friskluftsintag ska placeras på hög höjd och i riktning bort från Hammarbyvägen och Hammarby fabriksväg.

Vägen utformas så att läckage vid olyckor etc. maximalt blir ca 200 m² genom att avvattningsystemet¹ dimensioneras för detta dvs med brunnar och lutning av vägbana etc., vägen förses med avåkningskydd mellan vägbana/parkering och gångväg/trottoar, t ex med pollare, mur etc.

Uteserveringar, lekplatser m.m. där uppsikten är god bedöms kunna tillåtas i inom 25 m. Bostäder finnas in den utformning som nu angetts i förslaget dvs på ett avstånd om 17 m från avåkningskyddet och en våning ovan gatunivå.

¹ Avvattningsystemet kan behöva ses över avseende avstängningsfunktion mot reningsverk etc.

Förutsättningarna för detta är även att persontäthet motsvarande bebyggelse i enlighet med förslaget och de som anges i kap 4.1 och Tabell 7 och Tabell 8.

Utifrån riskanalysen görs bedömning att föreslagna åtgärder medför en risknivå som är acceptabel.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	7
1.1	SYFTE OCH MÅL	7
1.2	OMFATTNING	7
1.3	AVGRÄNSNINGAR	8
1.4	STYRANDE DOKUMENT	8
1.4.1	Plan- och bygglagen	8
1.4.2	Riktlinjer	8
1.5	UNDERLAGSMATERIAL	10
1.6	REVIDERINGAR	10
1.7	INTERNKONTROLL	10
2	OMRÅDESBESKRIVNING	11
2.1	PLANOMRÅDE	11
2.2	INFRASTRUKTUR	12
2.2.1	Hammarbyvägen	12
2.2.2	Södra länken	12
2.2.3	Textilgatan och Hammarby allé	13
2.3	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	13
2.4	UTREDNINGSLTERNATIV	13
2.4.1	Känslighetsanalys	13
3	RISKIDENTIFIERING	15
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	15
3.1.1	Mårtensdals blandningsanläggning	15
3.1.2	Hammarbyverket	15
3.1.3	Circle-K Hammarby Sjöstad	16
3.2	TRANSPORT AV FARLIGT GODS	16
3.2.1	Hammarbyvägen	16
3.2.2	Textilgatan	17
3.2.3	Transporterad klass	18
3.3	SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER	18
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	19
4.1	BESKRIVNING AV FRAMTAGET FÖRSLAG OCH DESS RISKNIVÅ	20
4.1.1	Hammarbyvägen	20
4.1.2	Individrisknivå – Grundberäkning (utan skyddsåtgärder)	21
4.1.3	Individrisknivå Planförslag – Efter åtgärder, begränsning av pölareor	21
4.1.4	Samhällsrisknivå	22
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	28
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	28
5.1.1	Skyddsavstånd	28
5.1.2	Byggnadstekniskt brandskydd	28
5.1.3	Åtgärder vägutformning	29

5.1.4	Placering av friskluftsintag	29
5.1.5	Administrativa åtgärder	29
5.1.6	Disposition av planområde	30
5.2	ÅTGÄRDER GIVET FRAMTAGET FÖRSLAG 2021-04-15	30
5.2.1	Riskbidrag från torg och annan utomhusvistelse	30
6	DISKUSSION OCH OSÄKERHETER	31
7	SLUTSATSER	32
	REFERENSER	55

1 INLEDNING

WSP har av Stockholms exploateringskontor fått i uppdrag att göra en riskbedömning i samband med utredning av möjlig exploatering av Sjöstadshöjden i Stockholms kommun. Mitt genom planområdet löper Hammarbyvägen, som är transportled för farligt gods (1). Det kortaste avstånd mellan planerad bebyggelse och farligt gods-leden är ca 0 meter. Farligt gods transporteras även väster och nordväst om planområdet på Textilgatan och Hammarby allé. Dessa vägar utgör sekundärled för farligt gods men vid de tillfällen då Södra länken är stängd fungerar Hammarbyvägen som omledningsväg för farligt gods.

Enligt Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län ska riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meter från farligt gods-led (2). Med anledning av länsstyrelsernas krav upprättas denna riskbedömning.

Riskbedömningen upprättas som ett underlag innan detaljplansskede för fattande av beslut om fortsatt utformning av området, samt hur lämpligheten med planerad markanvändning blir i förhållande till val av utformning, med avseende på närhet till farligt gods-led.

Samhällsekonomiska beräkningar är gjorda utifrån ALARP-principens kostnad-nyttoperspektiv på den risknivå som var framtagen i tidigare skede, det vill säga för förslaget Hammarbyvägen i öppen dag. Dessa beräkningar finns redovisade i Samhällsekonomisk analys av omvandling av Hammarbyvägen inom Sjöstadshöjden, daterad 2019-04-12. Beräkningarna visar att utifrån den risknivån är det: "Om samhället som kollektiv värderar reduktion av stora olyckor med farligt gods högre än att minska trafikolyckor generellt, kan det vara rimligt att utgå från riskaversion och en samhällsekonomisk kostnad på 24 miljoner. Det innebär i så fall att åtgärder för att reducera risken med en kostnad på upp till 24 miljoner kronor är samhällsekonomiskt lönsamma."

1.1 SYFTE OCH MÅL

Denna handling är framtagen i slutskedet av områdets utformning inför detaljplanesamråd. Handlingen omfattar de nuvarande förslaget på utformning av området med den planerade bebyggelsen och planerat personantal. Målet med handlingen är därmed att beskriva nuvarande utformnings riskbild och förslag på riskreducerande åtgärder.

Syftet med riskbedömningen är att övergripande beskriva riskbilden för att möjliggöra en bedömning av lämplighet med avseende på liv och hälsa i enlighet med krav för markanvändning i Plan- och bygglagen. Syftet är också att tydliggöra olika planeringsförutsättningar och utgöra beslutsunderlag för den inriktning som exploateringskontoret väljer för hur området ska utformas.

Målet med riskbedömningen är utreda lämpligheten med planerad markanvändning utifrån riskpåverkan samt ge förslag på olika åtgärder för att minimera risknivån.

1.2 OMFATTNING

Riskbedömningen omfattar det exploateringsalternativ som beskrivs i denna handling med och utan införande av riskreducerande åtgärder.

Bedömningen tar huvudsakligt avstamp i nedanstående frågeställningar:

- Vad kan inträffa? (riskidentifiering)
- Hur ofta kan det inträffa? (frekvensberäkningar)
- Vad är konsekvensen av det inträffade? (konsekvensberäkningar)
- Hur stor är risken (riskuppskattning)?
- Är risken acceptabel? (riskvärdering)
- Rekommenderas åtgärder? (riskreduktion)

Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Kapitel 4.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på Hammarbyvägen och Textilvägen samt verksamheter som hanterar farliga ämnen i anslutning till planområdet. De risker som har beaktas är plötsligt inträffade skadehändelser (olyckor) med livshotande konsekvenser för tredje man, d.v.s. risker som påverkar personers liv och hälsa. Bedömningen beaktar inte påverkan på egendom, miljö eller arbetsmiljö, personskador som följd av påkörning eller kollision eller långvarig exponering av buller, luftföroreningar samt elsäkerhet.

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

Redovisade risker utgörs av uppräknade trafiksiffror och mätningar samt bedömningar av transporterade mängder farligt gods. En jämförelse mellan görs mot det nationella farligt gods flödet.

1.4 STYRANDE DOKUMENT

I detta avsnitt redogörs för de dokument som huvudsakligen varit styrande i framtagandet och utformningen av riskbedömningen.

1.4.1 Plan- och bygglagen

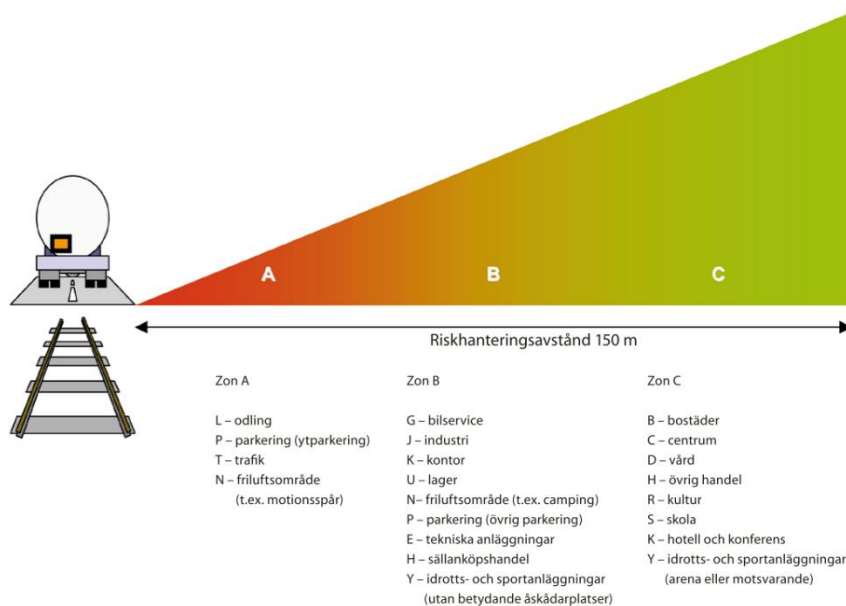
Plan- och bygglagen (2010:900) ställer krav på att bebyggelse lokaliseras till för ändamålet lämplig plats med syfte att säkerställa en god miljö för brukare och omgivning.

”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 [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)

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 [...] skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 6§)”

1.4.2 Riktlinjer

Länsstyrelsernas i Skånes, Stockholms samt Västra Götalands län gemensamma dokument Riskhantering i detaljplanprocessen (2) 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.



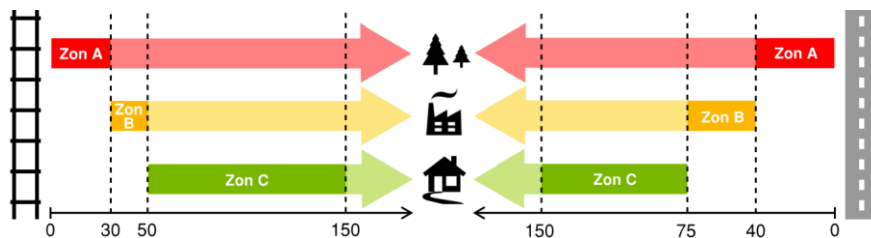
Figur 1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods (2).

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 (3).
- Riskhantering i detaljplanprocessen (2).

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 Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (4). Riktlinjerna innebär kortfattat att länsstyrelsen rekommenderar ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på 25 meter från vägar och järnvägar med farligt gods. Inom 30 meter ska ett antal åtgärder säkerställas beroende på typ av bebyggelse. Övriga rekommenderade avstånd till olika typer av bebyggelse illustreras i Figur 2.



Figur 2. Illustration av rekommendationer till olika typer av bebyggelse utmed väg och järnväg (4).

Tabell 1. Rekommenderad lokalisering av verksamhetstyper till respektive zon enligt Figur 2.

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Ytparkering	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Rekommenderade avstånd till drivmedelsstationer redogörs för i MSB:s handbok Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer (5) och beror av bebyggelse typ och hanterade ämnen.

1.5 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Programförslag från Exploateringskontoret och SBK
- Brandkonsultens tidigare riskutredning för Mårtensdal 6 & 10
- Basområdeslista för Stockholms stad
- Riskhantering i detaljplaneprocessen (Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006).
- Länsstyrelsens i Stockholms län, Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, 2016.

1.6 REVIDERINGAR

Denna handling bygger på tidigare riskutredningar, Nygren, G., & Linge, M. (2018). Sjöstadshöjden - PM Risk. Stockholm, WSP, men utgör en egen version, markering av revideringar utgår därmed.

1.7 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av och uppdragsansvarig är Göran Nygren (Brandingenjör och Civilingenjör Riskhantering).

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 Johan Lundin (Tekn. Dr, Brandingenjör).

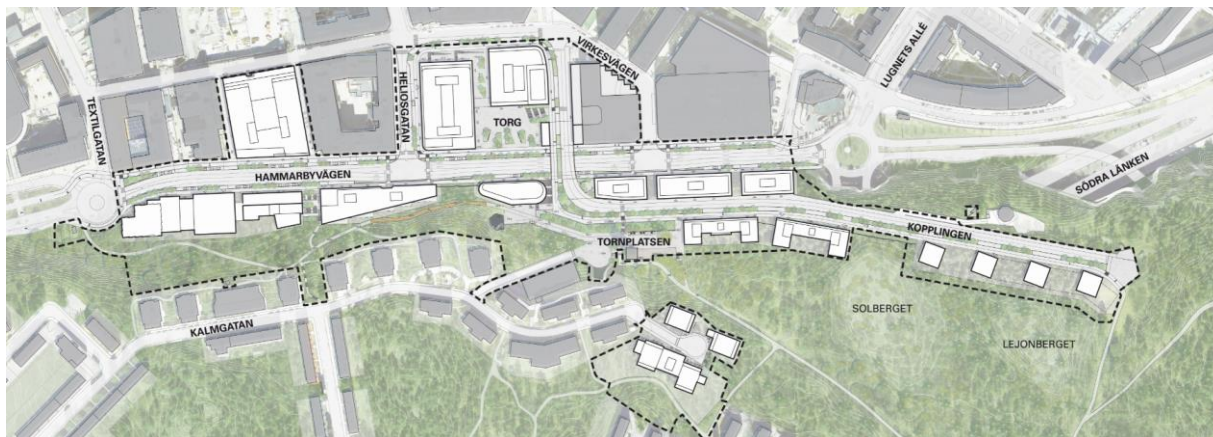
2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet och dess omgivning.

2.1 PLANOMRÅDE

Aktuellt område ligger längs med Hammarbyvägen, se Figur 3. Hammarbyvägen och Hammarby fabriksväg löper i dagsläget längs med varandra där Hammarby fabriksväg utgör en lokalgata med angoring till fastigheterna längs denna, medan Hammarbyvägen är en genomfartsgata.

Bebyggelse både norr och söder om den omvandlade Hammarbyvägen planeras. Byggnader innefattar arbetsplatser, lokaler i bottenvåningar och inslag av bostäder samt eventuellt hotell. Förändringar ämnar förbättra kopplingen av området till Hammarbyhöjden. Ett centralt placerat torg planeras också.



Figur 3 Sjästadshöjden planområde.

I Figur 4 redovisas en gatuvy på Hammarbyvägen från rondellen där Hammarbyvägen och Textilgatan möts. Till höger i bild är den del av planområdet som ligger söder om Hammarbyvägen som till stor del är oexploaterat. Inom detta område närmast vägen planeras det att byggas främst arbetsplatser med inslag av bostäder indragna från vägen. Förskola planeras vid Kalmgatan i Hammarbyhöjden i planområdets södra del.

I dagsläget utgörs den norra sidan av kontorsbyggnader, parkeringsplatser, sällanköpshandel och industri.

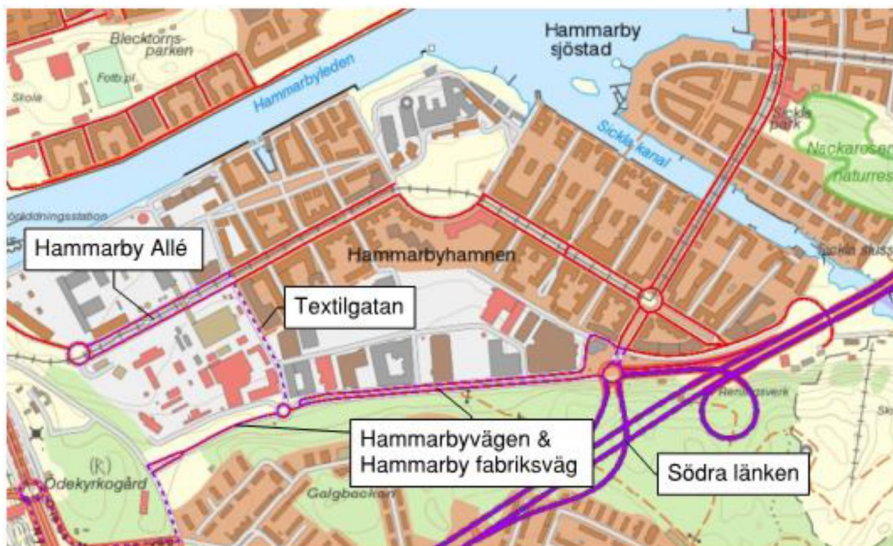


Figur 4. Hammarbyvägen sedd från rondellen där Hammarbyvägen och Textilgatan möts.

Den del av planområdet som ligger söder om Hammarbyvägen ligger på en höjd ovanför vägen i kuperad terräng.

2.2 INFRASTRUKTUR

I följande avsnitt beskrivs den infrastruktur som omgärdar planområdet. I Figur 5 redovisas de trafikleder för farligt gods som angränsar till eller går genom planområdet. Södra länken som är förlagd i tunnel är primärled för farligt gods (lila heldragen linje). Hammarby allé, Textilgatan och Hammarbyvägen inklusive Hammarby fabriksväg utgör sekundärleder (lila streckad linje).



Figur 5. Transportleder för farligt gods i, och i angränsning till, planområdet

2.2.1 Hammarbyvägen

Vid de tillfällen då Södra länken är stängd är Hammarbyvägen en del av omledningen för alla transporter gåendes till, eller kommandes från, verksamheter som ligger öster om planområdet.

Andelen farligt gods som transporteras på Hammarbyvägen påverkas av frekvensen av stängningar som föranleder stopp för farligt gods främst i östergående riktning i Södra länken. Hammarbyvägen utgör även sekundär farligt gods-led där transport till avnämare i området passerar. Det antas ske i storleksordning ca 1 transport per dag till och från olika avnämare i området via Hammarbyvägen, framför allt till och från bensinstationen i området.

Parallellt med Hammarbyvägen går Hammarby fabriksväg som också är sekundärled för farligt gods. Hammarby fabriksväg utgör inte en del av omledningen då Södra länken är stängd och förväntas kunna utgå som sekundärled.

Avståndet till planområdet är 0 meter. Hastighetsgränsen för Hammarbyvägen är 40 km/h.

2.2.2 Södra länken

Mellan klockan 07 – 19 tillhör Södra länken tunnelkategori B, vilket medför att finns restriktioner med avseende på transport av farligt gods. Mellan dessa tider är det inte tillåtet att transportera ämnen som kan föranleda omfattande explosion. Detta innefattar bland annat tankbilar med brandfarlig gas och explosiva ämnen. Det finns emellertid inga restriktioner för brandfarlig vätska såsom bensin och diesel.

Då den del av Södra länken som ligger i närheten av planområdet är förlagd under mark bedöms inte farligt gods som transporteras i tunneln påverka riskbilden inom planområdet.

Under 2016 skedde det totalt ca 300 händelser där bommar stängde i Södra länken. Medelvärde för tiden som en bom stängdes var ca 1 h per gång. Avstängningar av Södra länken leder till att farligt godstransporter leds om via Hammarbyvägen vid ca 15 avstängningar (ej planerade, p.g.a. kövarning) per år enligt en genomförd kartläggning av trafiken. Kartläggningen genomfördes under ca 1 månads tid (6). Då det finns osäkerheter i denna indata har 30 transporter per år valts i genomförda beräkningar. Nattavstängningar för drift och underhåll genomförs ca 22 gånger per år i Södra Länken. Hälften av avstängningarna gäller huvudtunnlarna och hälften ramptunnlarna. Avstängningarna sker mellan 22–05, under denna tidsperiod går ca 20–25 transporter per natt totalt. Detta ger att ca 6 (5,5)

avstängningar ger omledning av hela flödet, dvs 150 transporter per år. Riskbidraget för omledning blir då totalt 180 transporter per år, vilket ger ett ÅDT på 0,5 farligt godstransporter.

2.2.3 Textilgatan och Hammarby allé

Textilgatan ligger väster om planområdet och den del av Hammarbyvägen som utgör sekundärled för farligt gods ligger nordväst om planområdet. Transport av farligt gods till bl.a. Hammarbyhamnen, Hammarbyverket och Mårtensdals blandningsanläggning går via Hammarbyvägen (ej genom planområdet) och sedan upp via Textilgatan och Hammarby allé. Således förväntas inte transporter som går genom detta område passera genom planområdet.

Avståndet mellan Textilgatan och planområdet är ca 20 m i sydlig riktning mätt från cirkulationsplatsen i korsningen Textilgatan/Hammarbyvägen till det planerade bostadsområdet söder om Hammarbyvägen. Avståndet mellan planområdet och Textilgatan är i övrigt minst 50 m. Hastighetsgränsen för Textilgatan är 30 km/h.

Avståndet mellan den del av Hammarby allé som utgör sekundärled och planområdet är ca 120 m. Hastighetsgränsen för Hammarby allé är 30 km/h.

2.3 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Aktuellt området består av områdena Luma, Mårtensdal och Östra Hammarbyhöjden. Befolkningsmängd uppskattad till ca 13 000 invånare. Utifrån denna befolkningsmängd är persontätheten ca 4300 per km² dagtid och ca 13 000 per km² nattetid. I denna analys används dessa uppskattade värden för utredningsalternativet. Det antas att 16 timmar om dygnet räknas som dag och 8 timmar om dygnet som natt. Som grund för uppskattning av persontäthet ligger medelvärdet för de tre basområdenas personantal delat med deras yta. Områdeskartor och personantal i respektive område återfås i Stockholm stads basområdeslista (7).

Ett fall studeras där området i närhet av vägen, 0-25 m, bebyggs med kontorsfastigheter, restaurang, handel etc. dvs verksamheter med framför allt personer i byggnader dagtid, kl 06-22. Inslag av bostäder förekommer. En andel av persontätheten förläggs utanför byggnaderna.

Information om befolkning och persontäthet finns i Bilaga B och även under kapitel 4.1.

2.4 UTREDNINGSLTERNATIV

I denna analys utgör ”Utredningsalternativ” att Hammarbyvägen är utformad som i dagsläget, d.v.s. väg i öppen dag och med bedömd transporterad mängd farligt gods motsvarande nuläget d.v.s. lokala transporter och omledningstransporter. Detta syftar till att redovisa risknivåer som uppstår inom planområdet utan att några riskreducerande åtgärder är utförda.

I denna riskbedömning delas alternativ för Hammarbyvägen in i två huvudinriktningar:

- Utredningsalternativ med nuläge: Hammarbyvägen utformas med mestadels kontorsfastigheter utmed hela vägsträckningen. Risknivåerna redovisas med riskreducerande åtgärder och bedöms mot den planerade bebyggelsen med kontor och delvis bostäder, se kap 4.1.
- Samma alternativ men utan riskreducerande åtgärder.

2.4.1 Känslighetsanalys

Det är sannolikt att Bergs oljehamn kommer att stänga inom en överskådlig framtid. Därför har det även i rapporten gjorts en redovisning med samma förutsättningar som utredningsalternativet fast då transporter till och från Bergs oljehamn utgår. Dessa transporter utgör i huvudsak transportgods från Bergs anläggning till avnämare väster om aktuellt område. Transportmängden minskar i detta fall med ca 82 % för västgående trafik av farligt gods. Östgående trafik bedöms inte påverkas då den går till avnämare öster om aktuellt område.

En känslighetsanalys har även gjorts för det omvända, d.v.s. att transport av farligt gods ökar markant på Hammarbyvägen. I detta fall har statistik för årsdygnstrafik för tung trafik på Hammarbyvägen

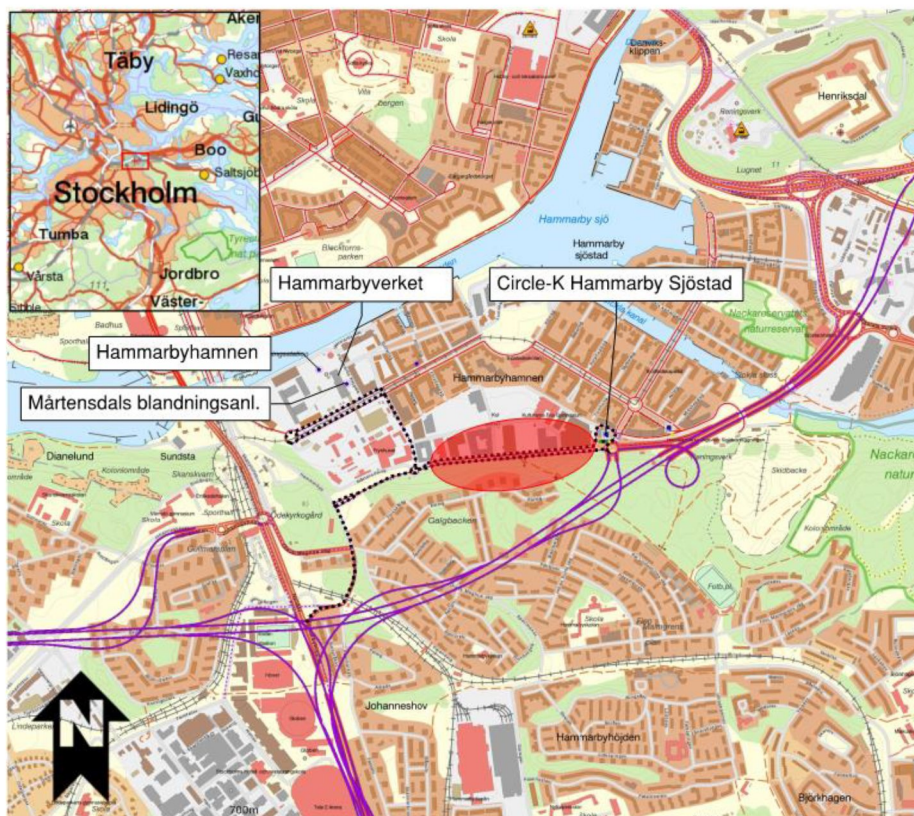
använts. För att uppskatta andelen tung trafik som utgör farligt gods och för att uppskatta fördelningen inom olika klasser av farligt gods har sedan nationell statistik för farligt gods använts. Denna situation tar höjd även för omledningsfallet då den förväntade mängden som omleds vid stopp i Södra länken är betydligt mindre.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel presenteras identifierade riskkällor samt en sammanställning av de olycksscenarier som beaktas vidare i rapporten.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

För att identifiera riskkällor som kan påverka planområdet har Länsstyrelsens WebbGis-system använts. I Figur 6 redovisas de riskkällor som bedöms relevanta för planområdet. Placeringen av planområdet redovisas med röd yta och sekundärled för farligt gods redovisas med svart streckad linje. Sekundärleden genom planområdet utgör även omledningsvägnät för Södra länken.



Figur 6. Identifierade riskkällor i och i närheten av planområdet. Planområdet är markerat med röd yta och sekundärleder för farligt gods redovisas med svart streckad linje. Sekundärleden genom planområdet utgör även omledningsvägnät för Södra länken.

3.1.1 Mårtensdals blandningsanläggning

Mårtensdals blandningsanläggning blandar luft med naturgas för att uppnå en gaskvalité som kan användas i Stockholms stadsgasnät. Anläggningen komprimerar även biogas som produceras i Henriksdals reningsverk som ska användas till tankning i bussdepån. Transport av gas till anläggning sker genom ledningar i mark.

Anläggningen ligger på ca 250 m avstånd från planområdet. Enligt tidigare gjord riskanalys av Brandkonsulten (8) för ett område som ligger närmare Mårtensdals blandningsanläggningen bedöms risken som acceptabel, därför behandlas inte anläggningen vidare ur risksynpunkt.

3.1.2 Hammarbyverket

Verket är världens största värmepumpsanläggning som hämtar värme ur renat avloppsvatten. Renat avloppsvatten anländer från Henriksdals reningsverk till Hammarbyverkets värmepumpar och går vidare ut i södra Stockholms fjärrvärmenät. Inom området hanteras bl.a. stora mängder ammoniak och eldningsolja. Anläggningen ligger på ca 250 m avstånd från planområdet. Enligt tidigare gjord

riskanalys av Brandkonsulten (8) för ett område som ligger betydligt närmare Hammarbyverket bedöms risken som acceptabel, därför behandlas inte anläggningen vidare ur risksynpunkt.

3.1.3 Circle-K Hammarby Sjästad

Circle-K har en bensinstation utmed Hammarbyvägen precis öster om planområdet. Enligt gällande rekommendationer för bensinstationer ska det upprättas ett skyddsavstånd på 25 m mellan bensinstationer och A-byggnad. Planområde som innefattar sådan användning ligger på över 25 m avstånd från bensinstationen varför risken bedöms som acceptabel. Närmaste bostad planeras att byggas på ca 50 m avstånd vilket även följer Stockholm Länsstyrelses tidigare angivna riktlinjer för bebyggelse i närheten av bensinstationer (9).

3.2 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

I detta avsnitt beskrivs vad som transporteras på berörda vägavsnitt.

3.2.1 Hammarbyvägen

Hammarbyvägen inklusive Hammarby fabriksväg utgör sekundärled för farligt gods. I normalfallet då Södra länken är öppen transporteras farligt gods i begränsade mängder på Hammarbyvägen. Den totala mängden fordon som passerar är ca 13 000 per dygn där 11 % har bedömts utgöra tung trafik (10). För att uppskatta mängd och vilken typ av farligt gods som normalt transporteras i Södra länken förbi planområdet gjordes en inventering av tillståndspliktiga verksamheter öster om planområdet som nås via Södra länken. Det har även gjorts mätningar av antalet farligt gods-transporter i södra länken. (6)

När transport i Södra länken inte är möjlig görs antagandet att all transport av farligt gods istället passerar via Hammarbyvägen. Följande tillståndspliktiga verksamheter identifierades öster om planområdet:

- Drivmedelsstationer, 22 st. varav 8 även hanterar brandfarlig gas
- Bergs Oljehamn
- Mölnvik helikopterflygplats
- Fordonsgas Stockholm AB
- Henriksdals reningsverk och uppgraderingsanläggning
- AB Storstockholms lokaltrafik (Söderhallen)

Enligt genomförda mätningar av farligt gods (6) transporteras dagligen ca 115 transporter av farligt gods i Södra länken. Ca 80 % utgör brandfarlig vätska Klass 3 och ca 10 % övriga klasser samt ca 10 % styckegodstransporter av farligt gods.

Inga verksamheter med kontinuerlig hantering av farligt gods klass 1 har identifierats öster om planområdet. Dock kan det inte uteslutas att enstaka transporter tillkommer vid nybyggnation (sprängning). För att ta höjd för eventuell transport av ämnen som kan medföra omfattande explosion (klass 1, 2.1 och 5) görs en bedömning att det transporteras 1 transport med ämnen tillhörande klass 1 per dygn. En jämförelse har även gjorts med nationell fördelning av farligt gods kopplat till andelen tung trafik på Hammarbyvägen.

3.2.1.1 Drivmedelsstationer

Vid kontakt med Circle-K i Hammarby Sjästad gavs informationen att det lossas drivmedel 10 – 12 gånger i veckan och gasolflaskor ca 1 gång i veckan (främst under sommartid). Bensinstationer som ligger längre österut i mer glesbebyggt område förväntas ha färre besökare och därmed färre lossningar. Ett antagande har gjorts att det sker 1 st lossning av drivmedel klass 3 och 1/7 lossningar brandfarlig gas per bensinstation och dag. Detta motsvarar alltså 22 transporter tillhörande klass 3 och ca 3 transporter tillhörande klass 2.1 per dygn till drivmedelsstationer öster om området.

3.2.1.2 Bergs Oljehamn

Enligt Brandkonsultens rapport (8) så sker det i snitt 110 transporter med brandfarligt vätska på vardagar och ca 50 – 60 transporter på helger till och från Bergs oljehamn. Detta motsvarar ca **100** transporter tillhörande klass 3 per dygn. Det finns emellertid planer på att Bergs oljehamn eventuellt ska läggas ner.

Då Bergs oljehamn också antas leverera drivmedel till vissa drivmedelstationer öster om området bedöms en stängning minska antalet transporter från och till anläggningen till Stockholmsområdet, dock ökar transporter till dessa drivmedelsstationer för transporter från väster till öster. En stängning antas innebära en minskning av transportflödet med ca 60 % för klass 3 transporter.

Bergs oljedepå kommer att stängas och transportflödet som sker därifrån kommer därmed ändras. Oljedepån läggs ner 2033 och avvecklingen kommer ta ca 3 år. Inom ramen för denna handling redovisas risknivå för området både för och efter en nedläggning av oljedepån. Se kapitel 4.1.

3.2.1.3 Mölnvik helikopterflygplats

Storstockholms brandförsvär uppgav att under 2016 så skedde 18 transporter med flygbränsle till helikopterflygplatsen. Detta skulle alltså motsvara ca **0,05** transporter tillhörande klass 3 per dygn.

I september 2017 flyttade verksamheten tillfälligt till Norrtälje då flygsäkerhetskoordinatören under våren samma år gjorde bedömningen att säkerhetskraven för drifttillståndet inte längre kunde uppfyllas, vilket föranledde att certifikatet för flygplatsen återkallades. Utredning av Iterio AB visar på att platsen fortfarande kan vara lämplig som flygplats men att beslut krävs från Transportstyrelsen tillsammans med Länsstyrelsen, Försvarsmakten och Värmdö kommun och att verksamhetsutövaren godkänner de flygtekniska förutsättningarna för platsen (11). I framtiden kan transporter av flygbränsle fortsätta eller, beroende på en ny lokalisering, upphöra på Hammarbyvägen. Ambitionen hos Värmdö kommun är att bibehålla ambulanshelikoptern inom sitt geografiska område (12). Inom ramen för riskvärderingen förutsätts transporterna fortsätta, riskbidraget kan i sammanhanget betraktas som ringa.

3.2.1.4 Fordonsgas Stockholm AB

Enligt platschef på Fordonsgas Stockholm AB transporteras maximalt 6 st. men normalt 2 gasflak per dygn till anläggningen, även transport av LNG sker ett par gånger per år. Sammantaget bedöms att ca **3** transporter tillhörande klass 2.1 sker per dygn.

3.2.1.5 Henriksdals reningsverk och uppgraderingsanläggning

Enligt gällande MKB för utbyggnaden av Henriksdals reningsverk så kommer det då reningsverket är utbyggt gå 4 st. transporter med metanol per vecka. Detta motsvarar ca **0,6** transporter tillhörande klass 3 per dygn.

3.2.1.6 AB Storstockholms lokaltrafik Söderhallen

Transport av biogas till Söderhallen har skett med ledning i mark. Söderhallen kommer att läggas ner inom en mycket snar framtid varför inga transporter av farligt gods kommer att gå till verksamheten. Verksamheten kommer att flyttas till Fredriksdal och transporter via Hammarbyvägen utgår därför.

3.2.2 Textilgatan

Enligt en rapport från Sweco (13) bedöms transporten av farligt gods till Hammarbyverket utgöras av ca 1 till 2 transporter av 25 % ammoniak per vecka samt ca 3 – 4 transporter med eldningsolja per år. Det skulle motsvara maximalt ca 2/7 transporter med giftig gas klass 2.3 samt 0,01 transporter brandfarlig vätska per dygn. Vad gäller den tillkommande bussdepån i Fredriksdal samt Mårtensdals blandningsanläggning så transporteras gasen till anläggningarna via ledning i mark. Utöver detta transporteras farligt gods i mycket ringa omfattning på Textilgatan. Den låga mängden transporterat farligt gods på Textilgatan i kombination med att planområdet ligger på över 50 m avstånd gör att riskbidraget från Textilgatan är försumbart.

3.2.3 Transporterad klass

Utifrån bedömning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka med farligt gods, se avsnitt C.2, bedöms följande farligt gods-kategorier vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen; klass 1, 2 och 3. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet.

3.3 SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSSCENARIER

Baserat på de farligt gods-klasser som utreds vidare, har ett antal dimensionerande olycksscenarioer med potentiellt dödlig konsekvens sammanställts i Tabell 2.

Tabell 2. Övergripande sammanställning över dimensionerande olycksscenarioer baserat på rådande förutsättningar.

Explosiva ämnen	Brandfarlig gas	Giftig gas	Brandfarlig vätska
Klass 1	Klass 2.1	Klass 2.3	Klass 3
Liten explosion	BLEVE	Litet läckage	Liten pölbrand
Medelstor explosion	Gasmolnsexplosion	Medelstort läckage	Medelstor pölbrand
Stor explosion	Liten jetflamma	Stort läckage	Stor pölbrand
	Mellan jetflamma		
	Stor jetflamma		

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel redovisas individrisknivån och samhällsrisknivån för området med avseende på identifierade riskscenarier förknippade med farligt gods-transporter på väg tillhörande klass 1, 2 och 3.

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* förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk (14). Risker kan kategoriskt delas upp i;

- oacceptabla
- acceptabla med restriktioner och
- acceptabla

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 vara **acceptabla med restriktioner** behandlas enligt 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-nyttoanalys.

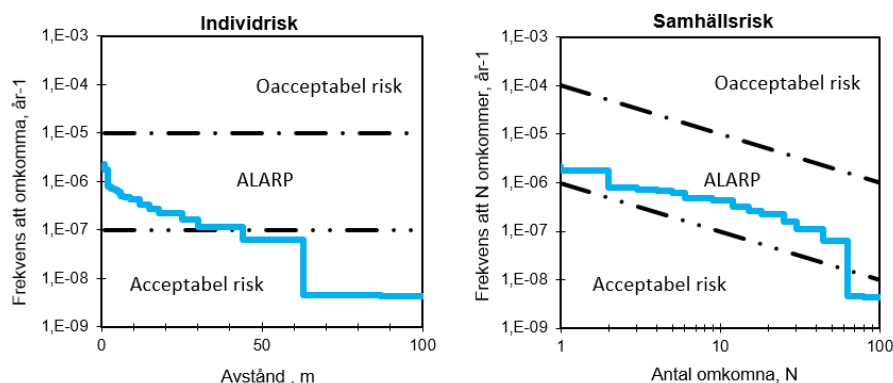
De risker som kategoriseras som låga kan värderas som **acceptabla**. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

I Tabell 3 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer enligt Figur 7.

Tabell 3. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk
Individrisk	$< 10^{-7}$	10^{-7} till 10^{-5}	$> 10^{-5}$
Samhällsrisk*	$< 10^{-6}$	10^{-6} till 10^{-4}	$> 10^{-4}$

*Lutning på F/N-kurva: -1



Figur 7. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (14).

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 7) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

Samhällsrisk – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. 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.

Samhällsrisken redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 7) som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna.

4.1 BESKRIVNING AV FRAMTAGET FÖRSLAG OCH DESS RISKNIVÅ

Marken norr om Hammarbyvägen är i privat ägo eller upplåts med tomträtt. Marken söder om Hammarbyvägen ägs av staden men har markanvisats till ett antal privata byggaktörer. I kvarter märkta med C, B och E planeras för kontor. I kvarter A planeras för kontor med inslag av bostäder. I kvarter F och G planeras för bostäder.



Figur 8: Planeringsförslag på utformning.

Avståndet mellan väg och byggnader är på södra delen av vägen är minst 6 m och på norra sidan minst 9 m. Vägsträckningen kommer förses med längsgående murar samt delar med pollare, i väggkant, för att förhindra att fordon med farligt gods kolliderar med byggnaderna vilket säkerställer att fordon inte ska komma närmare än de minsta måtten presenterade ovan. Vägsträckan är ca 500 m lång. Hastighetsbegränsningen på vägen kommer efter utbyggnaden uppgå till 40 km/h.

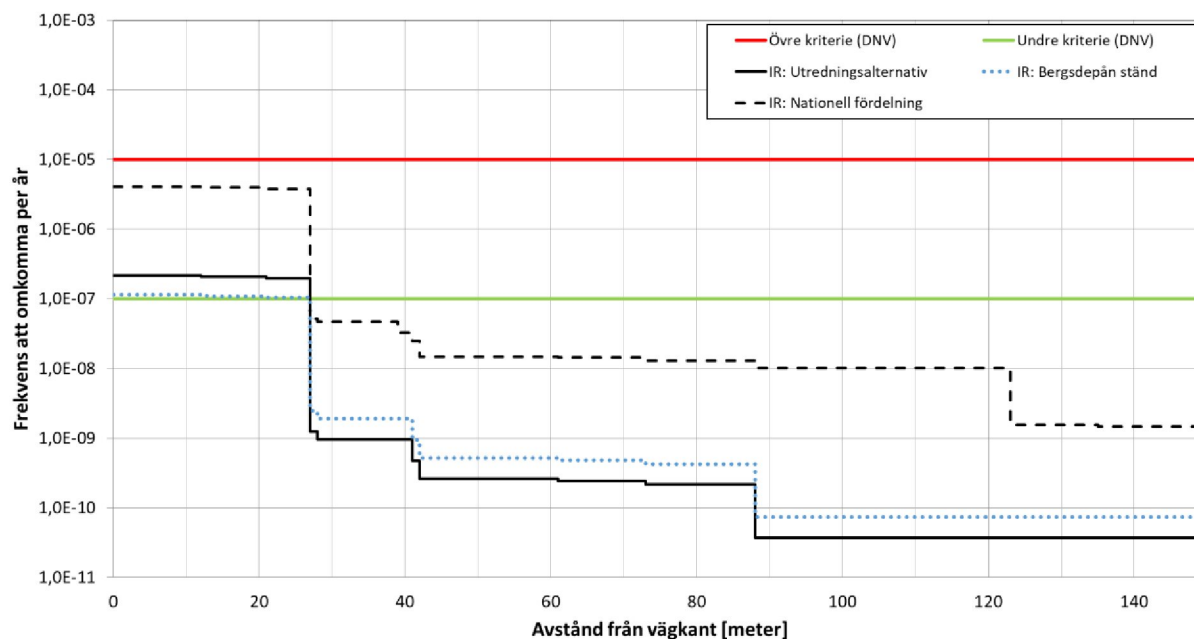
4.1.1 Hammarbyvägen

Årsmedeldygnstrafiken (ÅDT) på aktuell delsträcka av Hammarbyvägen uppgår i nuläget till ca 13 000, varav cirka 11 % utgörs av tung trafik. Uppräknat till år 2040 blir det cirka 18 720 fordon per dygn varav 11,6 % utgörs av tung trafik (15). För att resultatet av riskbedömningen ska bli robust används de prognostiserade trafikflödena för horisontår 2040 när risknivåerna uppskattas.

Tabell 4. Nuvarande trafikering på Hammarbyvägen samt prognostiserad trafikering år 2040 baserat på Trafikverkets uppräkningsstat (15).

	Nuläge (fordon/dygn)	Horisontår 2040 (fordon/dygn)
ÅDT Total	13 000	18 720
ÅDT Personbilar	11 570	16 550
ÅDT Lastbilar	1 430	2170
Andel tungtrafik	11 %	11,6 %

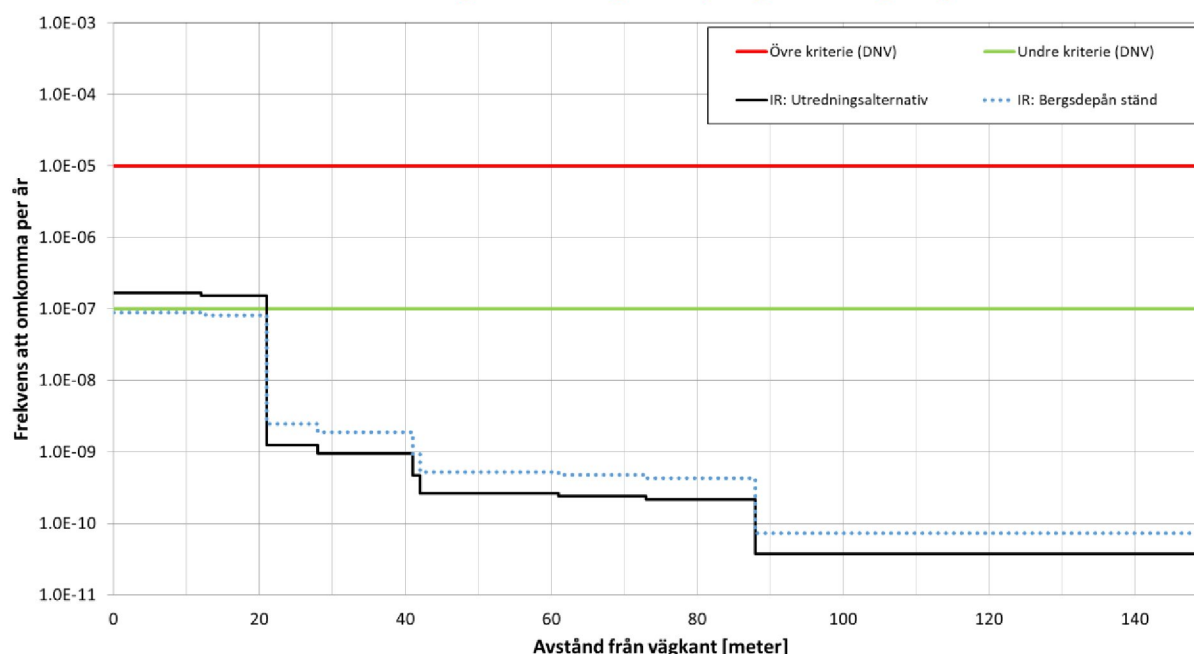
4.1.2 Individrisknivå – Grundberäkning (utan skyddsåtgärder)



Figur 9. Uppskattad individrisknivå längs Hammarbyvägen beroende på omfattning av farligt gods-transporter.

I Figur 9 redovisas individrisknivå längs Hammarbyvägen beroende på omfattningen av farligt gods-transporter. För scenariot "Utredningsalternativ" samt "Bergsdepån stängd" indikerar beräkningen av individrisknivå ligger inom den nedre halvan av ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel. För scenariot "Nationell fördelning" indikerar beräkningen att individrisknivå ligger inom den övre halvan av ALARP-området upp till 27 meter från väggkant och blir därefter acceptabel.

4.1.3 Individrisknivå Planförslag – Efter åtgärder, begränsning av pölareor



Figur 10. Uppskattad individrisknivå längs Hammarbyvägen vid åtgärder som begränsar storleken av pölbränder med ADR-S-klass 3 till 200 m².

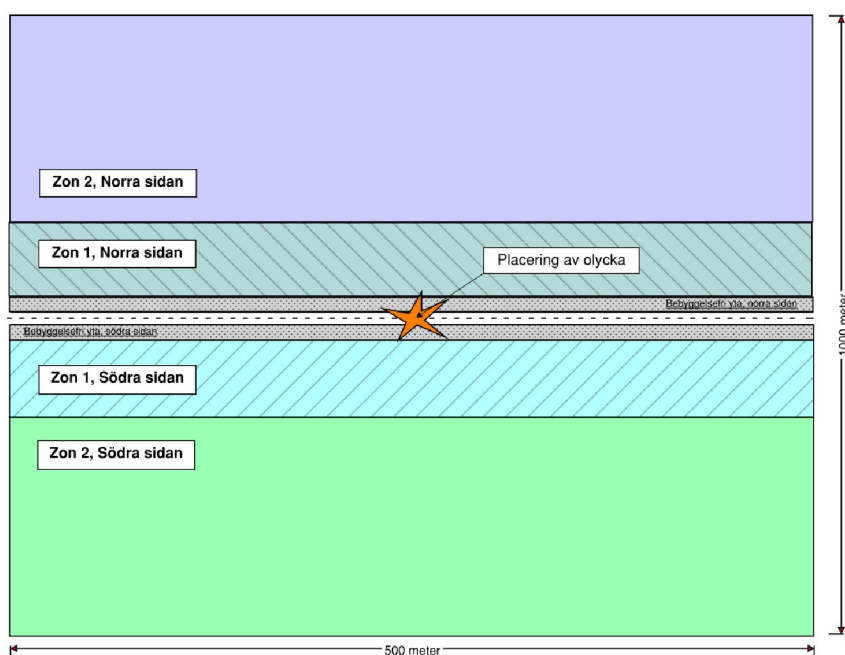
I Figur 10 redovisas individrisknivå längs Hammarbyvägen om åtgärder införs i vägbanan som reducerar storleken av pölbränder med ADR-S-klass 3 till maximalt 200 m². För scenariot

”Utredningsalternativ” indikerar beräkningen av individrisknivå givet åtgärden ligger inom den nedre halvan av ALARP-området upp till 21 meter från vägkant och blir därefter acceptabel (jmf. med 27 meter i grundberäkningen). För scenariot ”Bergsdepån stängd” indikerar beräkningen av individrisknivå givet införandet av åtgärden ligger helt inom acceptabla nivåer.

4.1.4 Samhällsrisknivå

I detta avsnitt redovisas hur beräkningarna av samhällsrisk har genomförts. Vidare redovisas vilka skyddsfaktorer avseende inomhusvistelse som har antagits vid beräkningarna av samhällsrisknivå. I Figur 11 redovisas den modell som använts när samhällsrisknivå för planområdet har uppskattats. Närmst transportleden antas en bebyggelse- samt befolkningsfri yta. Grundantagandet är i övrigt att personer uppehåller sig jämnt utspridda över respektive delområde samt att en större andel av dessa personer vistas inomhus när olyckan inträffar enligt värdena i Tabell 5 fördelat på tid på dygnet.

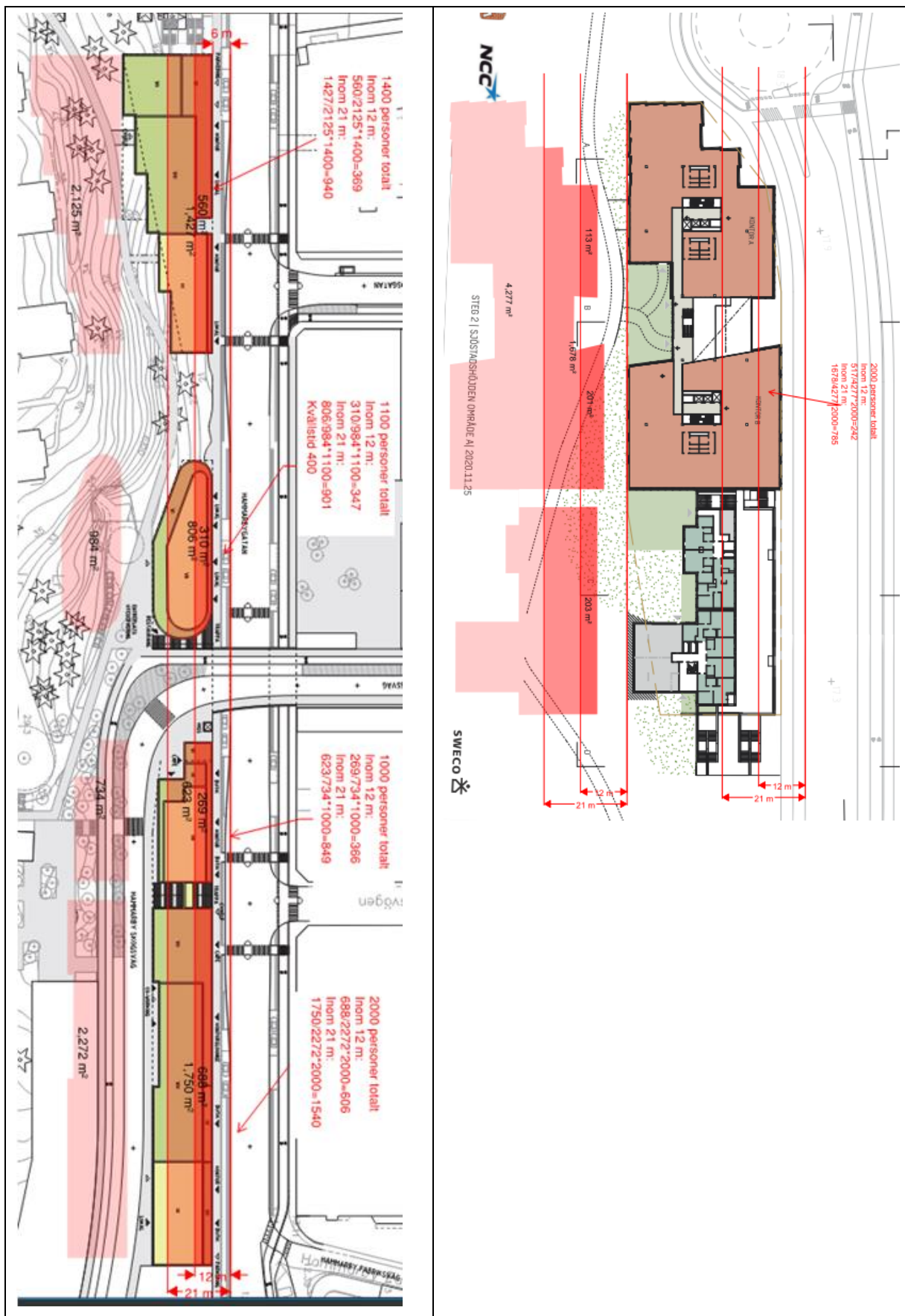
I Tabell 7 och Tabell 8 redovisas den ansatta persontätheten inom respektive Zon i modellen. Antalet människor inom Zon 1 ”Södra sidan” har uppskattats utifrån de planerade byggnadernas BTA samt användningsområde, se Figur 12. Dessa personantal har sedan viktats med populationsvariablerna från CPR 18E enligt Tabell 6.



Figur 11. Modell för beräkning av samhällsrisknivå (figuren är ej skalenlig).

Tabell 5. Andel personer som befinner sig inomhus respektive utomhus inom respektive zon vid olika tidpunkter på dygnet.

Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Zon 1 (Södra): Dagtid (kl. 08-20)	95 %	5 %
Zon 1 (Södra): Nattetid (kl. 20-08)	99 %	1 %
Zon 2 (Södra): Dagtid (kl. 08-20)	90 %	10 %
Zon 2 (Södra): Nattetid (kl. 20-08)	99 %	1 %
Tid på dygnet	Andel inomhus	Andel utomhus
Zon 1 (Norra): Dagtid (kl. 08-20)	90 %	10 %
Zon 1 (Norra): Nattetid (kl. 20-08)	99 %	1 %
Zon 2 (Norra): Dagtid (kl. 08-20)	90 %	10 %
Zon 2 (Norra): Nattetid (kl. 20-08)	99 %	1 %



Figur 12. Till vänster ovan, uppskattat antal människor inom Zon 1 södra baserat på byggnadernas BTA och schablonvärden från BBR. I de ljusröda fälten, skuggning av byggnaderna, framgår storleken på resp. byggnad.
Figur 13. Till höger ovan, Förlängning väster ut.

Avstånden och antalet personer redovisade i Figur 12 och Figur 13 avser konsekvensområdet för lite resp mellanstor pölbrand för ADR transporter klass 3 och den population som kan uppehålla sig inom detta i resp byggnad.

Tabell 6. Fördelning av populationsvariabler över dygnstid (CPR 18E) (16)

Andel boende dagtid	Andel boende natttid	Andel arbetande dagtid	Andel arbetande natttid
0,25	0,9	0,8	0,2

Tabell 7. Ansatt persontäthet inom respektive zon söder om Hammarbyvägen i beräkningsmodellen.

Zonindelning (Södra sidan)	Bredd	Persontäthet dagtid [personer/km ²]	Persontäthet natttid [personer/km ²]
Bebyggelsefri yta	6 meter	N/A	N/A
Zon 1 (Byggnadskropparna närmst vägen) (6+15=21m)	15 meter	396 000	171 000
Zon 2	479 meter	4 300	13 000

Tabell 8. Ansatt persontäthet inom respektive zon norr om Hammarbyvägen i beräkningsmodellen.

Zonindelning (Norra sidan)	Bredd	Persontäthet dagtid [personer/km ²]	Persontäthet natttid [personer/km ²]
Bebyggelsefri yta	9 meter	N/A	N/A
Zon 1 (Byggnadskropparna närmst vägen)	15 meter	4 300	13 000
Zon 2	476 meter	4 300	13 000

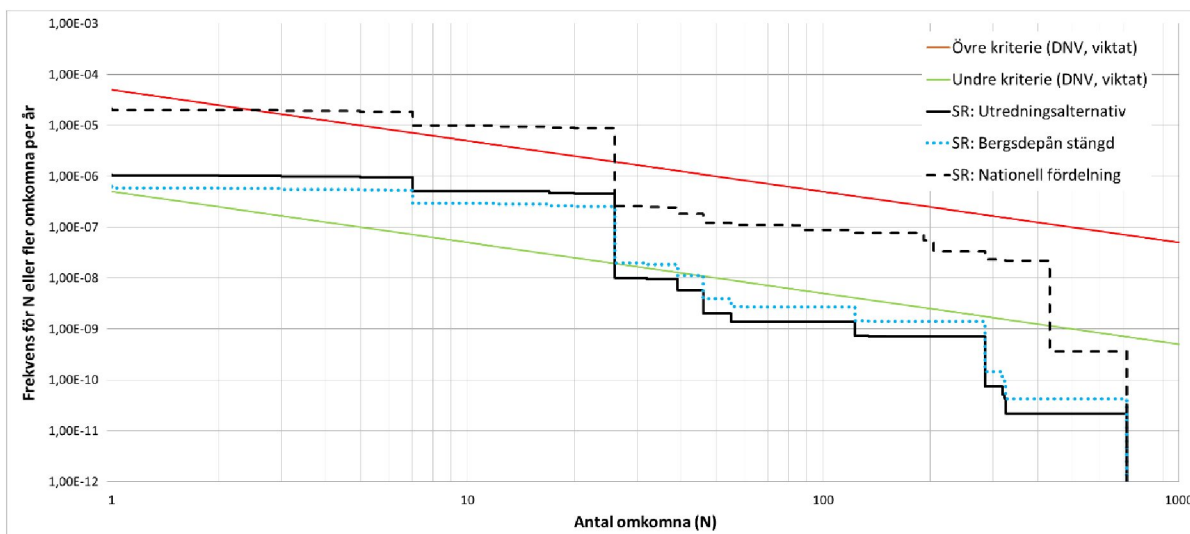
Vid beräkningarna av samhällsriskens antas inomhusvistelse vid vissa olycksscenarier medföra en signifikant lägre risk att omkomma. De ansatta skyddsgraderna som redovisas i Tabell 9 bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar, tidigare riskbedömningar inom samhällsplanering (17) och internationella vägledningar så som CPR 18E (18).

Tabell 9. Ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse när samhällsriskens för respektive utredningsområde beräknas. En skyddsgrad på exempelvis 60 % innebär att individerna som befinner sig inom konsekvensområdet och inomhus antas ha en 60 % mindre sannolikhet att omkomma till följd av olyckan jämfört med individer som vistas utomhus inom samma konsekvensområde.

Olycksscenario	Zon 1 (skyddsgrad vid inomhusvistelse)	Zon 2 (skyddsgrad vid inomhusvistelse)
Stora explosionslaster (>1500 kg)	0 %*	50 %*
Mellanstora till mindre explosionslaster (<1500–150 kg)	50 %*	100 %
Utsläpp av brandfarliga gaser (jetflammar, gasmoln)	75 %	75 %
Utsläpp av brandfarliga gaser (BLEVE)	90 %	90 %
Utsläpp av giftiga gaser	75 %	95 %
Utsläpp av brandfarliga vätskor	95 %	95 %

* Skyddsgraden appliceras endast inom de delar av konsekvensområdet där övertrycket från explosionen understiger 180 kPa.

4.1.4.1 Samhällsrisk – Grundberäkning (utan skyddsåtgärder)

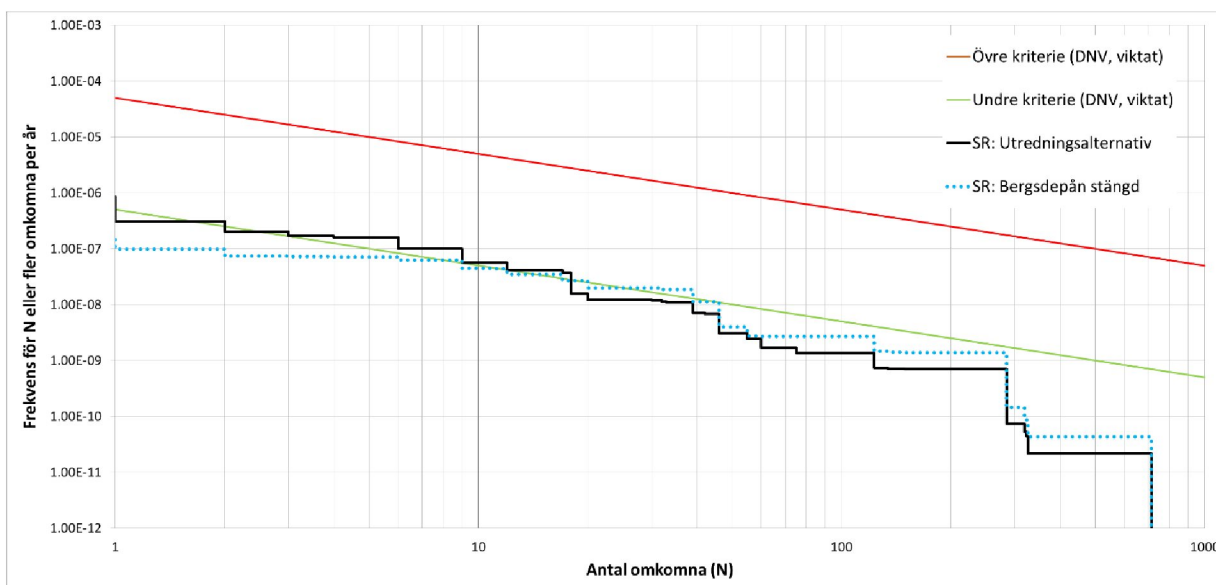


Figur 14. Uppskattad samhällsrisknivå längs Hammarbyvägen beroende på omfattningen av farligt gods-transporter.

I Figur 14 redovisas den uppskattade samhällsrisknivån för planområdet beroende på omfattningen av farligt gods-transporter på Hammarbyvägen.

Utifrån att samhällsrisknivå i Figur 14 är inom ALARP görs bedömningen att riskreducerande åtgärder krävs eftersom samhällsrisknivån överstiger tillämpade värderingskriterier. I avsnitt 4.1.4.2 studeras hur samhällsrisknivån påverkas efter införandet av riskreducerande åtgärder.

4.1.4.2 Samhällsrisk Planförslag – Efter åtgärder, begränsning av pölareor samt brandklassning av fasader



Figur 15. Uppskattad samhällsrisknivå längs Hammarbyvägen vid åtgärder som begränsar storleken av pölbränder med ADR-S-klass 3 till 200 m² samt brandklassning av fasader och fönster (EW60/EI60) inom Zon 1 (Södra sidan).

I Figur 15 redovisas den uppskattade samhällsrisknivån för planområdet när fasader inom Zon 1 (Södra sidan) som vetter mot Hammarbyvägen utförs i brandteknisk klass EI 60 och i obrännbart material samt att fönster utförs i EW60. Åtgärden antas medföra att skyddsgraden vid inomhusvistelse inom Zon 1 (Södra sidan) gentemot strålningspåverkan från pölbränder på vägen ökar till 100 %. Vidare antas åtgärder i vägbanan begränsa storleken av pölbränder med ADR-S-klass 3 till maximalt 200 m².

Projektet avser gå vidare med alternativet som framgår i Figur 15 och att samtliga föreslagna riskreducerande åtgärder kommer att tillämpas.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

När 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 (19), vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-effekt- eller kostnads-nyttoanalys användas, men det ligger utanför avgränsningarna för denna handling. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande har verifieras.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. De åtgärder som föreslås i denna rapport är i första hand av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner (19). De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och beräknade risknivåer presenteras och diskuteras nedan.

Observera att avsnittet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

5.1.1 Skyddsavstånd

Åtgärden innebär att skyddsvärt objekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. Inom ett skyddsavstånd kan mindre störningskänsliga verksamheter finnas, liksom skyddsanordningar, t.ex. vall och plank. Skyddsavstånd som riskreducerande åtgärd har hög tillförlitlighet och fungerar oberoende av andra åtgärder. Åtgärden är mest effektiv på korta avstånd, och effektiviteten avtar med avståndet.

Med stöd från beräknad risknivå för Hammarbyvägen så bedöms att för byggnader som uppförs på 25 m avstånd från vägen så krävs inga riskreducerande åtgärder. Kortare skyddsavstånd har effekt dock förutsätter detta att avakningsskydd kan installeras i väg/gångvägsområdet.

5.1.2 Byggnadstekniskt brandskydd

Åtgärden innebär att ytterväggar, tak, fasad och/eller fönster utformas på ett sätt vilket reducerar konsekvensen i händelse av brandpåverkan till följd av pölbrand och/eller jetflamma.

Obrännbara fasadmateriell och takyttskikt kan användas för att försvåra brandspridning till byggnaden, men innebär inte explicit att brand- eller brandgasspridning in i byggnaden till följd av ledning eller otätheter förhindras. Brandtekniskt klassade ytterväggar och fönster kan användas som komplement till obrännbara fasadmateriell för att förhindra brand- och brandgasspridning till inomhusmiljön. Genom att utforma ytterväggar och fönster inom 25 meter från väg i lägst brandteknisk klass EI 60 för fasad samt med obrännbart fasadmateriell respektive EW60 för fönster görs bedömning att risken för brandspridning in i byggnaden i händelse av pölbrand eller jetflamma reduceras på ett tillfredsställande sätt. Observera att fönster får vara öppningsbara. En lägre brandteknisk klass förväntas vara möjlig på större avstånd och mer specifika krav kan tas fram då byggnaders placering är fastställd.

Utifrån att en pöl vid en pölbrand reduceras i storlek till maximalt 200 m² utspilt bränsle har beräkningar utförts avseende kritisk nivå på infallande strålning från brand till byggnaderna, se även bilaga F. I Tabell 10 anges den höjd kritisknivå på infallande strålning når och därmed även den höjd till vilken krav på fönster i EW60 gäller. Kravet är även kopplat till de avstånd från vägen där kritisk nivå beräknats för respektive höjd. Ovan denna höjd kan fönster utföras utan krav på brandteknisk klass.

Tabell 10. Sammanställning av resultat, beräknade höjd över vägbana till infallande strålning 15 kW/m².

Avstånd från pölkant (m)	Höjd över marken, vägbanan, till infallande strålning 15 [kW/m ²]
6-9	24
15	21
21	20

Då brandklassad yttervägg ställer krav på täthet mot brandgaser är åtgärden även riskreducerande vid läckage av giftig gas. Åtgärden kan regleras med detaljplan, och bör då införas som funktionsbaserad bestämmelse, eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

Strålningsberäkningarna avseende fönster gäller även krav tak eller takfot dvs tak och takfot behöver inte skyddas utifrån risk för brandspridning vid farligt gods-olycka om tak och takfot ligger utanför de avstånd som redovisas i tabell 10. Strålningsnivån i dessa fall beror på avstånd till byggnad från väg samt byggnadshöjd vilket inte är känt i dagsläget. För att säkerställa utrymningen i byggnader ska det finnas minst en utrymningsväg som vetter bort från Hammarbyvägen.

5.1.3 Åtgärder vägutformning

Åtgärden på vägens utformning innebär i aktuellt fall att vägbanan utformas på ett sätt som minskar konsekvensen av utspill av brandfarlig vätska dels genom att vägbanas sidolutning sker bort från bebyggelse, mot mitten av vägen, samt genom att utsläppt mängd omhändertas i brunnar/ränna. Åtgärden begränsar brandens storlek samt den varaktighet som branden har.

Vägområdet kan och bör även utföras så att en eventuell avakning förhindras vilket skulle kunna leda till att fordon kommer närmare byggnaderna. Åtgärden säkerställer ett skyddsavstånd.

5.1.4 Placering av friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan samt om möjligt på hög höjd. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen av utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser inomhus. 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. Det rekommenderas att ventilationssystem ska kunna stängas av centralt. Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad, annars kan åtgärden vara olämplig att reglera i detaljplaneskede.

5.1.5 Administrativa åtgärder

Administrativa åtgärden innebär att Hammarbyvägen funktion som sekundär farligt gods-led omförhandlas av berörda parter. Att nå lokala avnämare med farligt gods är möjligt utan att vägen utgör sekundär farligt gods-led. Hammarbyvägens användning som omledningsvägnät för Södra länken skulle istället kunna regleras via lokala trafikföreskrifter. Åtgärden skulle resultera i att riskbidraget från transporter med farligt gods skulle reduceras till det bidrag som omledningar genererar. Detta kan inte regleras i detaljplanen utan kräver beslut från Länsstyrelsen.

5.1.6 Disposition av planområde

Genom att reglera användandet av planområdets yta kan densamma optimeras baserat på risknivå. T.ex. kan ekonomibyggnader eller garage utgöra barriär mot mer skyddsvärda byggnader som bostäder eller skolverksamhet. För ytor med förhöjd risk kan användandet regleras till parkmark, teknikbyggnader eller annan verksamhet som inte ger upphov till stadigvarande vistelse.

5.2 ÅTGÄRDER GIVET FRAMTAGET FÖRSLAG 2021-04-15

Beräkningar har gjorts på den aktuella utformningen i kap 4.1 och i kapitel 4.1.4.2 med begränsning av pölstorlek och fasadåtgärder. Båda förslagen på riskreducerande åtgärder är kopplade mot förutsättningen att pollare placeras så att minsta avstånd till byggnad är minst 6 m på södra delen av vägen och minst 9 m på norra sidan av vägen mellan väggkant där pollare placeras och byggnad. Åtgärden avses att utgöra ett skyddsavstånd. Pollare kan ersättas med mur.

Riskenivån är med åtgärderna inom ALARP men bedöms som låg.

5.2.1 Riskbidrag från torg och annan utomhusvistelse

Det framtagna förslaget innefattar planer på torgverksamhet och verksamhet som kan motsvara stadigvarande vistelse utomhus inom 25 m till Hammarbyvägen. Samhällsriskerna ligger i den nedre delen av området av ALARP och där bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Riskbidraget från utomhusverksamheterna innebär bedöms inte medföra att risknivån stiger till övre delen av ALARP – där endast verksamheter med mycket stor nytta accepteras.

Därmed kan verksamheterna accepteras om riskreducerande åtgärder beaktas. Förslag på verksamhet ska medföra begränsat personantalet och stadigvarande vistelse. Detta givet att beräkningarna i denna rapport endast beaktar riskbidraget genom ett begränsat antagande om andel personer som vistas utomhus dagtid i närheten av Hammarbyvägen. Antagandet är 10% på norra sidan och 5% på södra sidan om Hammarbyvägen i Zon 1, jämt utspridda över planområdet. Stora punktkluster är alltså ej i linje med ett sådant antagande.

Inga skyddseffekter beaktats för personer utomhus i Zon 1. Föreslagna verksamheter befinner sig delvis utanför Zon 1, är avskärmade av byggnationer samt ligger ej i nivå med vägen, vilket har en positiv inverkan på riskbilden.



Figur 16. Platser för stadigvarande vistelse utomhus i rött.

Exempel på sådan användning att de kan anses medföra begränsad persontäthet och stadigvarande vistelse skulle kunna vara torghandel och uteservering endast dagtid.

6 DISKUSSION OCH OSÄKERHETER

Riskbedömningar av detta slag är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som påverkar resultatet kan vara förknippade med bl.a. det underlagsmaterial och de beräkningsmodeller som analysens resultat är baserat på. De beräkningar, antaganden och förutsättningar som bedöms vara belagda med störst osäkerheter är:

- Personantal inom området
- Utformning och disposition av etableringar
- Farligt gods-transporter förbi planområdet
- Schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar och
- Antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadescenario.

De antaganden som har gjorts har varit konservativt gjorda så att risknivån inom området inte ska underskattas. En kontroll mot nationell fördelning har t.ex. utförts där risken kan anses vara acceptabel även om Hammarbyvägen skulle utgöra primärled med nationell fördelning av farligt gods.

Vid analyser av detta slag råder ibland brist på relevanta data, behov av att göra antaganden och förenklingar och svårigheter att få fram tillförlitliga uppgifter som dessutom är mer eller mindre osäkra. Dessa svårigheter innebär att olika riskanalyser/riskanalytiker ibland kan komma fram till motstridiga resultat på grund av skillnader i antaganden, metoder och/eller ingångsdata. (20)

Det finns flera skäl till att 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. (20)

7 SLUTSATSER

De risker som har bedömts påverka undersökt planområde med nuvarande förslag på utformning är förknippade med transporter av farligt gods-trafiken på Hammarbyvägen. Individrisk- och samhällsrisikberäkningarna visar att riskreducerande åtgärder krävs eftersom samhällsriskens överstiger tillämpade värderingskriterier.

WSP bedömer föreslagna åtgärder som rimliga att kräva med hänsyn till risksituationen. Observera att åtgärdsförslagen är just förslag i detta skede och att fortsatta utredningar kring dimensionering och placering av åtgärderna krävs för att kunna bedöma om den riskreducerande effekten är tillräcklig.

Område för ej stadigvarande vistelse, dvs plats där personer endast uppehåller sig tillfälligt, såsom parkeringar och parkmark får finnas inom 25 m från vägen utan riskreducerande åtgärder. Eventuella byggnader eller verksamheter som medför stadigvarande vistelse inom 21 m utformas med fasader i brandteknisk klass EI 60 och obrännbart fasadmateriäl samt fönster utförda i minsk brandteknisk klass EW60 (fönster bedöms få vara öppningsbara). Fönster ska i enlighet med förslaget minst utföras i EW60 till de höjder som redovisas i tabell 10 på respektive avstånden från vägkant. Byggnaderna utförs med utrymningsvägar bort från vägområdet. Friskluftsintag ska placeras på hög höjd och i riktning bort från Hammarbyvägen och Hammarby fabriksväg. Vägen utformas så att läckage vid olyckor etc. maximalt blir ca 200 m² genom att avvattningsystemet dimensioneras för detta dvs med brunnar och lutning av vägbana etc., vägen förses med avåkningsskydd mellan vägbana/parkering och gångväg/trottoar, t ex med pollare, mur etc. Uteserveringar, lekplatser m.m. där uppsikten är god bedöms kunna tillåtas inom 25 m i den omfattning som anges i Figur 16. Bostäder kan tillåtas finnas i den omfattningen nu angetts i förslaget dvs inom begränsad del och på ett avstånd om 17 m från avåkningsskyddet.

Förutsättningarna för detta är även att persontäthet motsvarande bebyggelse i enlighet med förslaget och de som anges i kap 4.1 och Tabell 7 och Tabell 8.

Utifrån beräkningarna görs bedömning att implementering av föreslagna åtgärder medför en risknivå som är acceptabel.

Beräkningar avseende ALARP-principen finns redovisade i Samhällsekonomisk analys av omvandling av Hammarbyvägen inom Sjöstadshöjden, daterad 2019-04-12. Beräkningarna visar att åtgärder för att reducera risken med en kostnad på upp till 24 miljoner kronor är samhällsekonomiskt lönsamma. Det har inom ramen för detta uppdrag inte gjorts en bedömning om föreslagna riskreducerande åtgärders kostnader.

Bilaga A. 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.

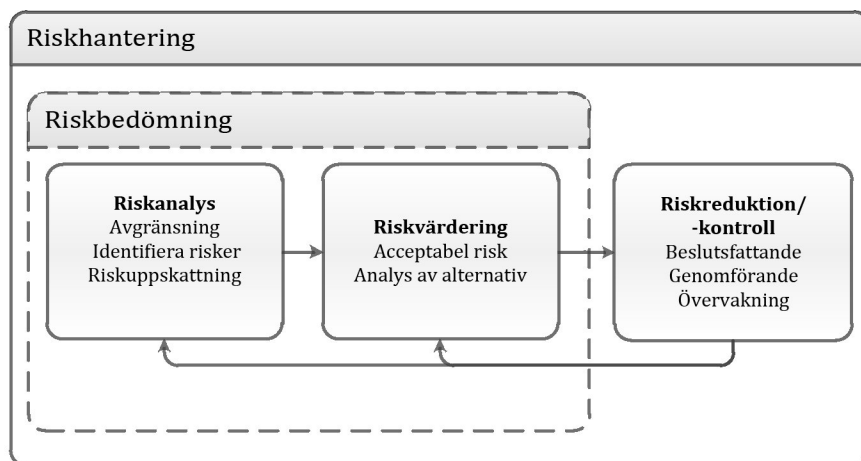
A.1. Begrepp och definitioner

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 (21) (22), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 17.

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 17. 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 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.

Bilaga B. KONSEKVENSUPPSKATTNINGAR

De riskmått som används i denna riskbedömning är individrisk och samhällsrisk. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilket personer antas omkomma, med avseende på respektive skadescenario. Alla konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar på vägen från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas.

Persontäthet

För samhällsriskberäkningen är det nödvändigt att uppskatta hur många personer som kan antas uppehålla sig på området kring vägen. I aktuellt fall är persontätheten kring inte klarlagd på grund av att bebyggelsen inte är fastställd. Både norr och söder om vägen planeras att byggas bostäder men byggnadernas placering är i dagsläget inte fastställt. Av denna anledning anpassas riskvärderingskriterier för att studerade områden skall uppnå en risksituation som är önskvärd för samhället generellt.

Uppskattad persontäthet bygger på underlag för Stockholms basområden Luma, Östra Hammarbyhöjden och Mårtensdal vilka är de basområden som det planerade området tangerar. I Tabell 11 redovisas dessa basområden och medelvärdet för persontätheten. För planområdet har persontätheten i beräkningarna satts till 13 000 personer/km².

Tabell 11. Personantal, yta och beräknad persontäthet för Luma, Mårtensdal och Östra Hammarbyhöjden

	Antal		Personer/km ²
	personer	Yta (km ²)	
Luma	6282	0,36	17450
Mårtensdal	3767	0,33	11415
Östra Hammarbyhöjden	8675	0,92	9429
		Medelvärde:	12765

Bilaga C. STATISTISKT UNDERLAG

I denna bilaga redovisas det statistiska underlag för transporter av farligt gods som utgjort grund för genomförda bedömningar och beräkningar.

C.1. Beräkning av olycksfrekvens

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport (23) 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 (24) och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarier 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.

Generellt gäller att vägtyper som tillåter högre hastighet är utformade på ett sätt vilket medför en lägre olyckskvot än där lägre hastighetsbegränsning råder. Korsningar, cirkulationsplatser och dylika utformningar ger högst olyckskvot. Antalet singelolyckor och sannolikheten att en olycka leder till en konsekvens med farligt gods (index) ökar med hastigheten.

Antalet trafikolyckor med transport av farligt gods som leder till konsekvens mot omgivningen beräknas enligt nedanstående metodik med indata enligt Tabell 12. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används prognos för trafikflödet år 2040.

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$
$$Olyckor_{FG} = O \cdot \left[\left(SiO \cdot \frac{\dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} \right) + (1 - SiO) \left(\frac{2 \cdot \dot{A}DT_{FG}}{\dot{A}DT_{Total}} - \frac{\dot{A}DT_{FG}^2}{\dot{A}DT_{Total}^2} \right) \right] \cdot Index$$

Tabell 12. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt *Farligt gods – riskbedömning vid transport*.

Indataparameter	Nuläge
$\dot{A}DT_{total}$	13 000
$\dot{A}DT_{FG}$	1,5
Hastighetsgräns	50
Olyckskvot (OK)	1,2
Andel Singelolyckor (SiO)	0,15
Index	0,03
Frekvens FG-olycka	$1,97 \times 10^{-3}$

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

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. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (25) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt ADR-S-systemet där kategorisering baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. Detta innebär inte att ett ämne inte kan ge upphov till typkonsekvenser motsvarande de för en annan klass. T.ex. transporteras vätefluorid

under klass 8 eftersom dess primära risk utgörs av frätskador. Ämnet är dock mycket giftigt och kan ge upphov till dödliga konsekvenser över relativt stora avstånd. I Tabell 13 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 13. Kortfattad beskrivning av respektive farligt gods-klass samt konsekvensbeskrivning.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, etc. Maximal tillåten mängd explosiva ämnen på väg är 16 ton (25).	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 (26).
Klass 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.
Klass 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.
Klass 4	Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver), karbid och vit fosfor.	Brand, strålning och giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 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.

ADR-S	Kategori	Beskrivning	Konsekvenser
Klass 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.
Klass 7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Vanligtvis små mängder.	Utsläpp radioaktivt ämne, kroniska effekter, mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid (lut). Transporteras vanligtvis som bulkvara.	Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (24). Personskador kan uppkomma på längre avstånd.
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till kontakt med själva olycksfordonet eller dess omedelbara närhet.

År 2015 genomfördes omkring 540 000 inrikes transporter med farligt gods med svenska lastbilar och den totala mängden farligt gods var drygt 16 miljoner ton, fördelat på en total sträcka av cirka 55 miljoner kilometer. Av samtlig tung trafik står farligt gods-transporter för omkring 2,5 % av den totalt tillryggalagda sträckan baserat på ett genomsnitt från 2009-2015. I

redovisas den inbördes fördelningen i körda kilometer för de olika klasserna baserat på uppgifter från TRAFI mellan åren 2009-2015 för hela landet (27). Siffrorna anses representativa för utredd sträcka.

Statistik från Räddningsverket (nuv. MSB) (1) visar transporterade mängder farligt gods längs den aktuella vägsträckan.

Tabell 14 redovisar fördelningarna mellan ADR-S klasserna utifrån en sammanvägning av 1998 och 2006 års transportstatistik samt uppskattade medellastmängder per transport från den nationella statistiken (27).

Tabell 14. Antalet farligt godstransporter framräknat enligt beräkningsmodellen samt fördelning mellan ADR-S klasser baserat på körda kilometer för respektive alternativ.

	Utredningsalternativ	Bergs stängd	Nationell fördelning
ÅDT _{FG}	1,5	0,9	35,8
ADR-S klass 1	0,7 %	2,3 %	1,2 %
ADR-S klass 2.1	4,9 %	16,3 %	5,1 %
ADR-S klass 2.3	0 %	0 %	0,03 %
ADR-S klass 3	94 %	81,4 %	60,4 %
ADR-S klass 5	0 %	0 %	3,2 %
ADR-S övriga	0 %	0 %	30,1 %

Bilaga D. FREKVENNS-BERÄKNINGAR

I frekvensberäkningarna beräknas en grundfrekvens för olyckor med transporter av farligt gods på en 1 km lång vägsträcka enligt VTI-modellen. Med händelseträdsmetodik 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.

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

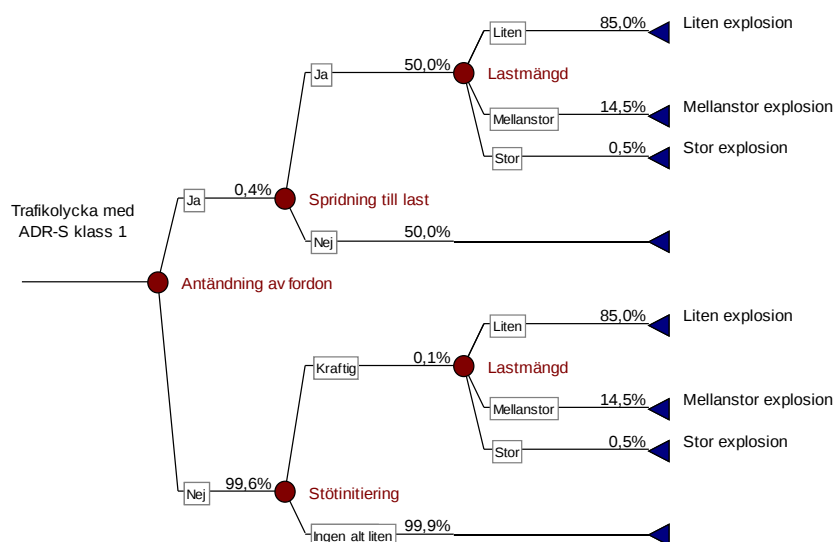
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål (25). Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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.

D.1.1 Transporterad mängd

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) (28) 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.

D.1.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 18 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.



Figur 18. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

D.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 (29). Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % (30) (31).

D.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 (32), 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 bedömning som i Göteborgs fördjupade översiktsplan (33), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

D.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 (34). Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO (35) 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 %.

D.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 (36) (37).

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) (38) 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 (39). Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens (40) tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 15, för lastmängder av explosiva ämnen.

Tabell 15. 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

D.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.

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) (25). 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.

D.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 giftiga². Brandfarliga gaser är ofta luktfria (41). Gasol ansätts som dimensionerande ämne att basera beräkningarna på, eftersom gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns samt att den transporteras tryckkondenserad och i stor utsträckning gör ämnet till ett konservativt val (33).

För brandfarliga gaser bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Nedanstående avsnitt beskriver hur en olycka med gods i klass 2.1 kan ta uttryck, samt vilka dimensionerande scenarier och tänkbara skadehändelser som kan uppträda.

D.2.1.1. Gasläckage

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet (42). 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 (23).

D.2.1.2. 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 (23) 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 % (23).

D.2.1.3. 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 gasmolnexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % (43), 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 %.

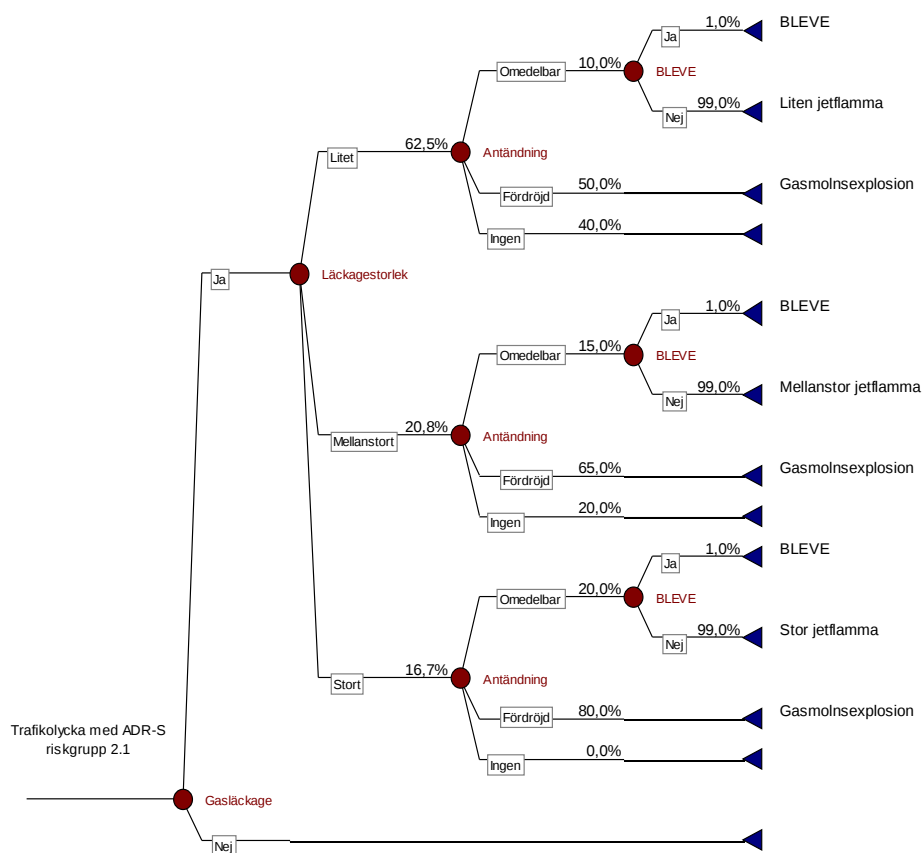
D.2.1.4. BLEVE

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 rämna. 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 %.

² 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.

D.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 19 redovisar sannolikheterna i händelseträdet som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 19. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 12

D.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.

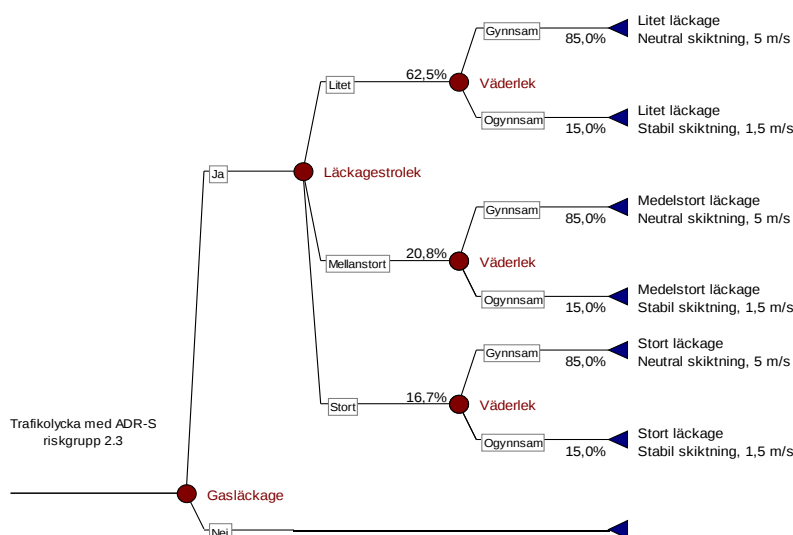
D.2.3.1. Representativt ämne

Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

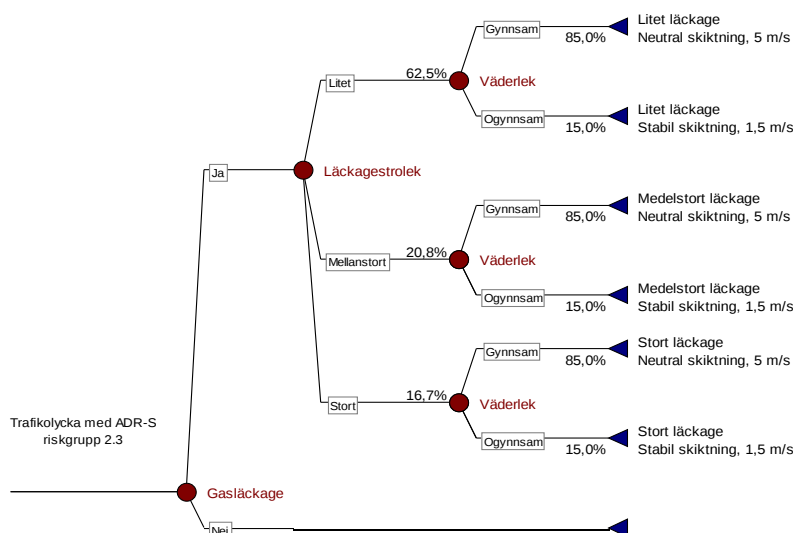
D.2.3.2. Tokikologiska gränsvärden

För att kvantifiera skadeutfallet vid exponering av ett giftigt ämne finns en rad olika gränsvärden. Då riskbedömningen baseras på frekvensen för dödsfall görs ansätts LC₅₀ som dimensionerande gränsvärde. LC₅₀ är den koncentration där mortaliteten i en normalfördelad population är 50 % för en given exponeringstid. I beräkningarna ansätts konservativt att skadeutfallet inom beräknat konsekvensområde är 100 %.

D.2.4 Händelseträd med sannolikhet



Figur 20 redovisar sannolikheterna i händelseträd som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 20. Händelseträdd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 12

D.2.4.1. Gasläckage

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp (23). Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet (42). Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 av grundindex (23).

D.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 % (23).

D.2.4.3. Väderlek

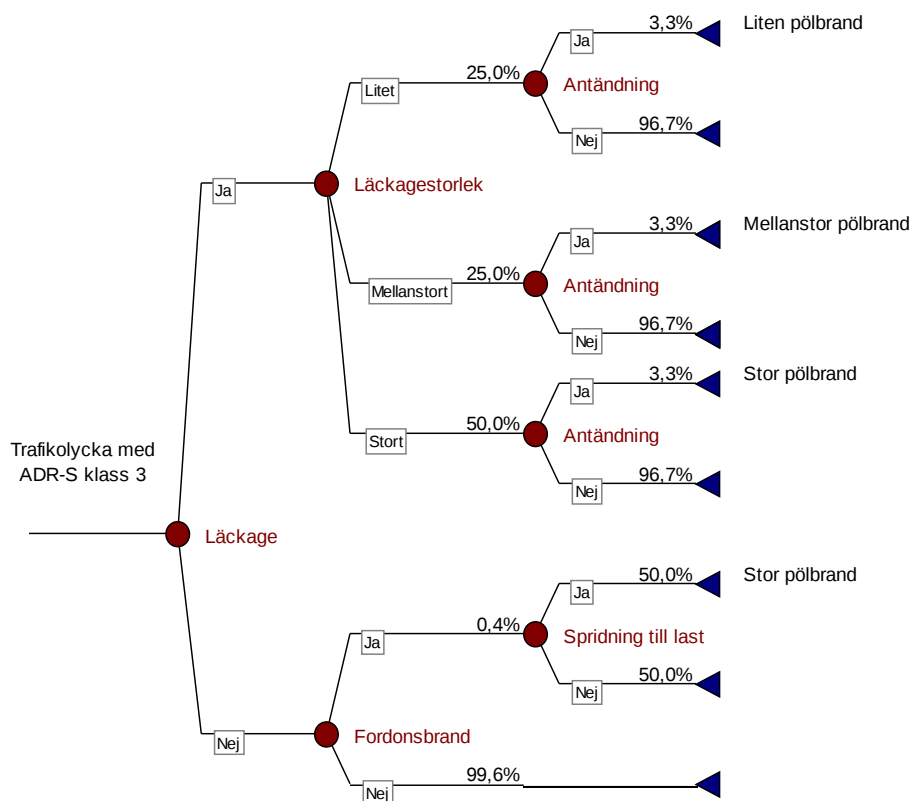
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två typer av väderlek – Neutral atmosfärisk skiktning D med en vindhastighet på 5 m/s samt med en Extremt stabil skiktning F med en vindhastighet på 1,5 m/s. Den förstnämnda representerar genomsnittligt väder, vilket förekommer omkring 85 % av tiden, och den sistnämnda representerar ogynnsamt väder vilket ansätts råda under resterande 15 %.

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

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

D.3.1 Händelseträdd med sannolikheter

Figur 21 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 21. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 12

D.3.1.1. Läckage

Sannolikheten för att en trafikolycka med en farligt gods-transport inblandad leder till läckage definieras av sträckans farligt gods-index, se Tabell 12.

D.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 % (23). De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

D.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 % (35).

D.3.1.4. Fordonsbrand

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

D.4. Ackumulerad olyckspåverkan

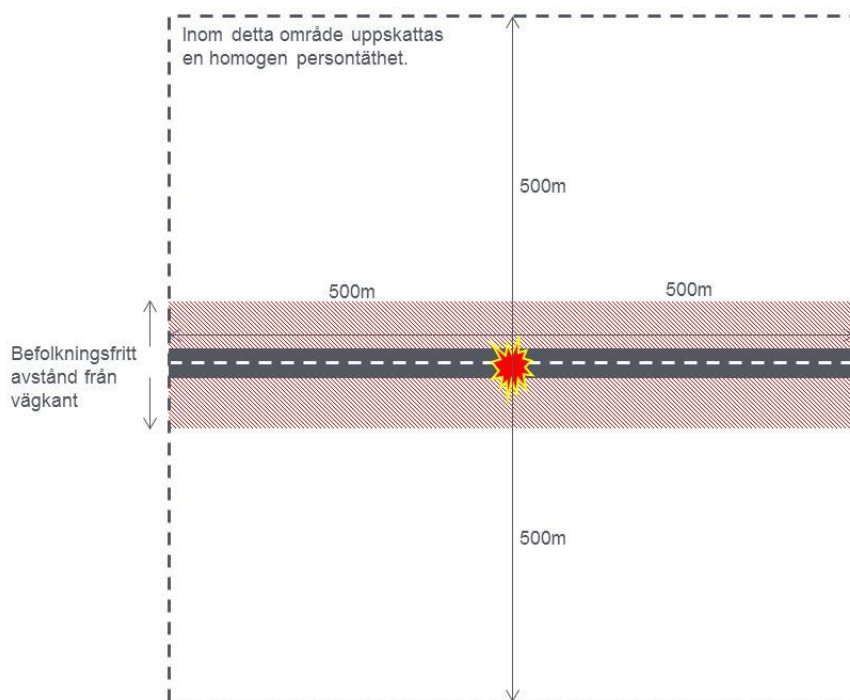
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till. (konsekvensavstånd redovisas i avsnitt E11).

Bilaga E. KONSEKVENNS-BERÄKNINGAR

I detta avsnitt beskrivs hur konsekvensområdet och det förväntade skadeutfallet för olika klasser kvantifierats. Beräkningarna redogörs separat för respektive ADR-S klass.

E.1. Persontäthet

I samhällsriskberäkningar tas hänsyn till hur många personer som kan antas uppehålla sig i området kring vägen, vilket gjorts genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer. Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 22.



Figur 22. Principskiss för hur persontätheten har räknats fram. Personerna inom hela området antas befinna sig jämt utspridda över ytan.

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämnt utspridda över hela ytan, även närmast väggkant. Detta antagande är grovt varför en befolkningsfri yta baserad på avståndet båtill väg ansätts i beräkningarna. Detta innebär att personantalet inom detta område subtraheras från resultatet för varje olycksscenario i samhällsriskberäkningarna.

För individrisken är detta avstånd oväsentligt, eftersom riskmåttet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

E.2. Antagande om olyckans placering

Konsekvenser som uppstår vid olycksscenerierna antas utgå från väggkant 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 väggkanten.

E.3. ADR-S klass 1 – Explosiva ämnen

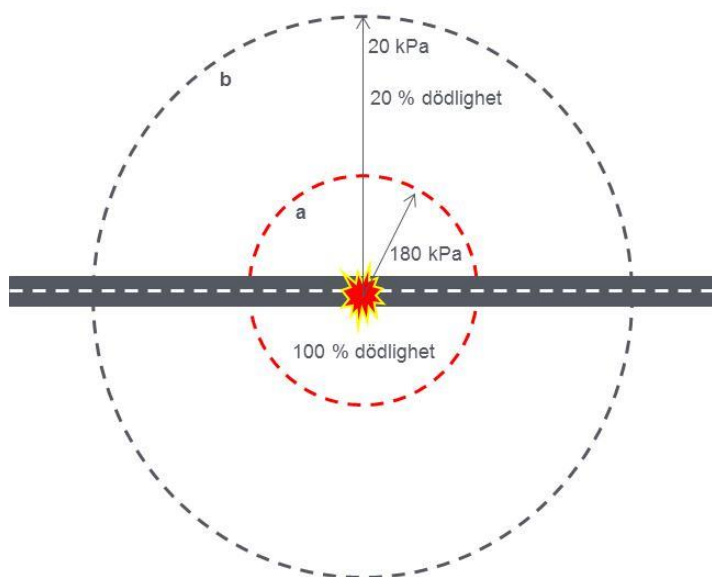
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) (47).

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 (48). 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 relativt låg trycktålighet, och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa. 20 kPa bedöms vara ett representativt medelvärde för när byggnader skadas.

Sammanlagt bedöms det lämpligt att dela upp konsekvensberäkningarna i två zoner, med hänsyn till de stora skillnaderna i trycknivåer som kan leda till dödlig 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 enligt Figur 23.



Figur 23. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika.

Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* (49) har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i Tabell 16. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 16. 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. halvfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd P ≥ 180 kPa	Avstånd P ≥ 20 kPa
Liten explosion	150 kg	13 meter	41 meter
Mellanstor explosion	1 500 kg	28 meter	88 meter
Stor explosion	16 000 kg	62 meter	193 meter

E.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.

E.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* (50) används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i (23), för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 17. Framräknad läckagestorlek för gasol.

Läckagestorlek	Massflöde, Q	Läckagestorlek, Ø	Läckagestorlek, A
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	16,4 cm ²

Vid beräkningarna har följande antaganden gjorts:

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

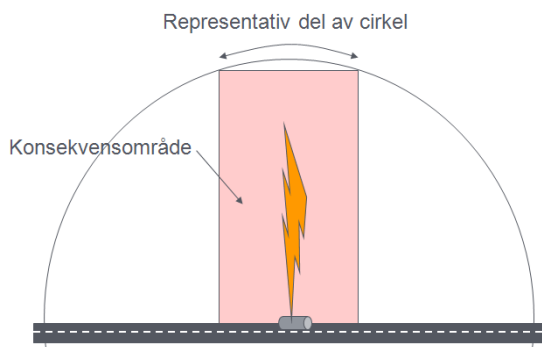
E.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* (48). Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

E.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* (48), där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (51) 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 24.



Figur 24. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

E.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 (50) 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 24.

E.9. Konsekvensavstånd ADR-S riskgrupp 2.1

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

- BLEVE 170 meter
- Liten jetflamma 5 meter
- Medelstor jetflamma 17 meter
- Stor jetflamma 73 meter
- Gasmolnsexplosion 42 meter

E.10. ADR-S riskgrupp 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt sex scenarier enligt tabell 18. Redovisat konsekvensavstånd för respektive scenario utgörs genomgående av det högre värdet från simulering med de båda programmen. Indata till beräkningarna utgörs av underlag enligt bilaga D och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 18. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC _{50@30 min}	Spridningsvinkel
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	20°
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	20°
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	15°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	690 meter	20°

E.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 (33) (52).

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 (33). I Tabell 19 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 19. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Avstånd till 15 kW/m ² från pölkant
Litet utsläpp	50 m ²	12 meter
Mellanstort utsläpp	200 m ²	21 meter
Stort utsläpp	400 m ²	30 meter
Begränsat utsläpp	100 m ²	17 meter

Bilaga F. STRÅLNINGSBERÄKNINGAR

Nedan presenteras beräkningar som visar hur strålning från en pölbrand utbreder sig i höjdlängd och därmed påverkar skyddsbehovet på en byggnad.

F.1. Företsättningar

- Avståndet mellan väg och byggnader är minst 6 -9 m.
- Den pölstorleken vid läckage av brandfarlig vätska ska i enlighet med förslag på utformning för att begränsning av pölstorlek ske via avrinning och placering av brunnar, storleken blir då maximalt 200 m² (mellanstort).
- Beräkningarna har utgått från bensin som dimensionerande bränsle vilket bedöms vara konservativt.
- Kritisk strålningsnivå av 15 kW/m² har använts i beräkningar.

F.2. Beräkningar

Strålning som funktion av avstånd har i samtliga fall utgått från metodik för beräkning av strålning från pölbrand i FOA-handboken (53) enligt ekvation 1-3. Beräkningar har även gjorts via programvaror Firewind och TRA (Thermal-Radiation Analysis) för att bekräfta resultatet av handberäkningar.

$$h_f = d_p \cdot 42 \left[\frac{b'}{\rho_a \sqrt{g \cdot d_p}} \right]^{0,61}$$

h_f	=	Flammans höjd	m
d_p	=	Pölens diameter	m
b'	=	Förbränningshastighet	kg·m ⁻² s ⁻¹ [ekv 1]
ρ_a	=	Luftens densitet	kg·m ⁻³
g	=	Tyngdacceleration	m·s ⁻²

$$P_1 = \frac{0,35 \cdot b' \cdot h_c}{1 + \frac{4h_f}{d_f}}$$

P_1	=	Utfallande strålning	W·m ⁻²
b'	=	Förbränningshastighet	kg·m ⁻² s ⁻¹
h_c	=	Energivärde	J·kg ⁻¹ [ekv 2]
h_f	=	Flammans höjd	m
d_f	=	Flammans/Pölens diameter	m

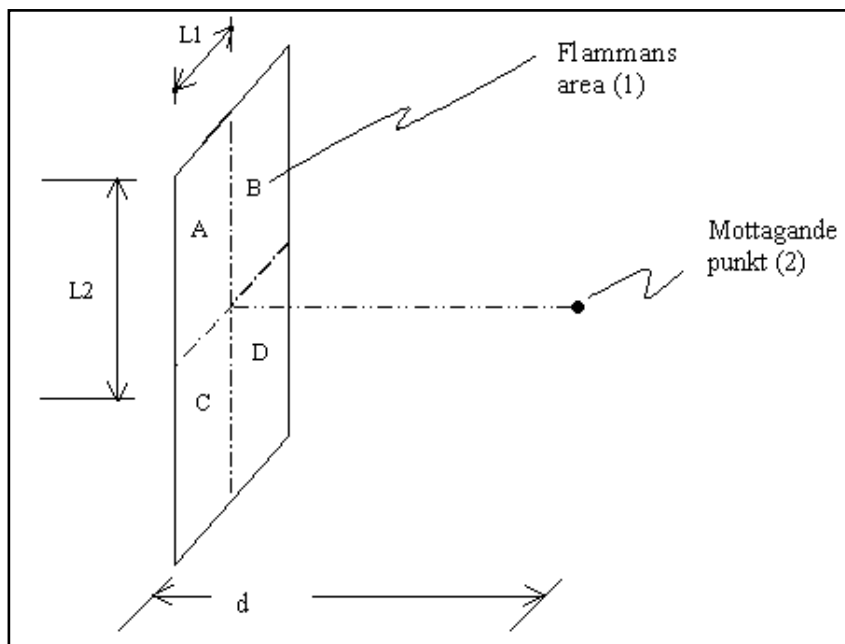
$$P_{12} = P_1 \cdot \tau_a \cdot F_{12}$$

P_{12}	=	Infallande strålning	W·m ⁻²
P_1	=	Utfallande strålning	W·m ⁻²
τ_a	=	Transmissionsförmåga	- [ekv 3]
F_{12}	=	Vinkelkoefficient/Synfaktor	-

F.3. Synfaktor

Synfaktorn F anger hur stor andel av den emitterade strålningen som når den mottagande punkten eller ytan, se Figur . Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans

diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.



Figur 25. Synfaktor.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt (54):

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

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

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1$$

där θ_1 och θ_2 är infallande vinkel, dvs. 0, och $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas på samma sätt för dess mått där $A_1 = L_1 \cdot L_2$ enligt Figur .

F.4. Resultat

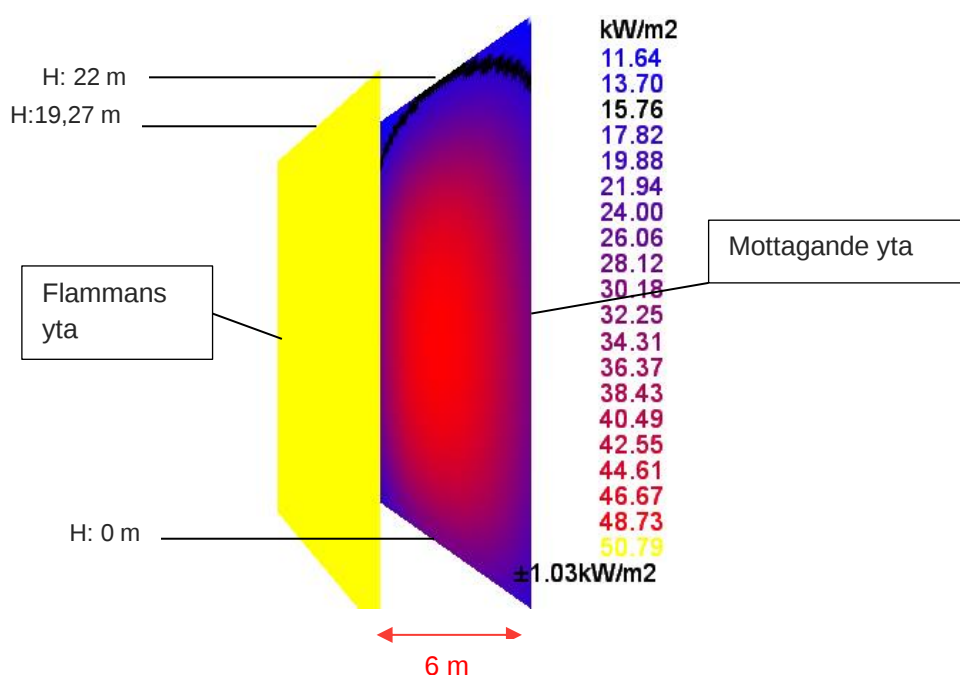
Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandens diameter och flamhöjden beräknats. Strålningen har beräknats på olika höjd och avstånd från branden. Tabell 20 redovisar brandens diameter och flamhöjden. Tabell 21 redovisar resultat av genomförda beräkningar, beräknad höjd över marken, vägbanan, till infallande strålningsnivå 15 kW/m² för olika avstånd. Figur 25 och Figur 26 redovisar exempelresultat från programvarorna TRA och Firewind.

Tabell 20. Flamgeometri.

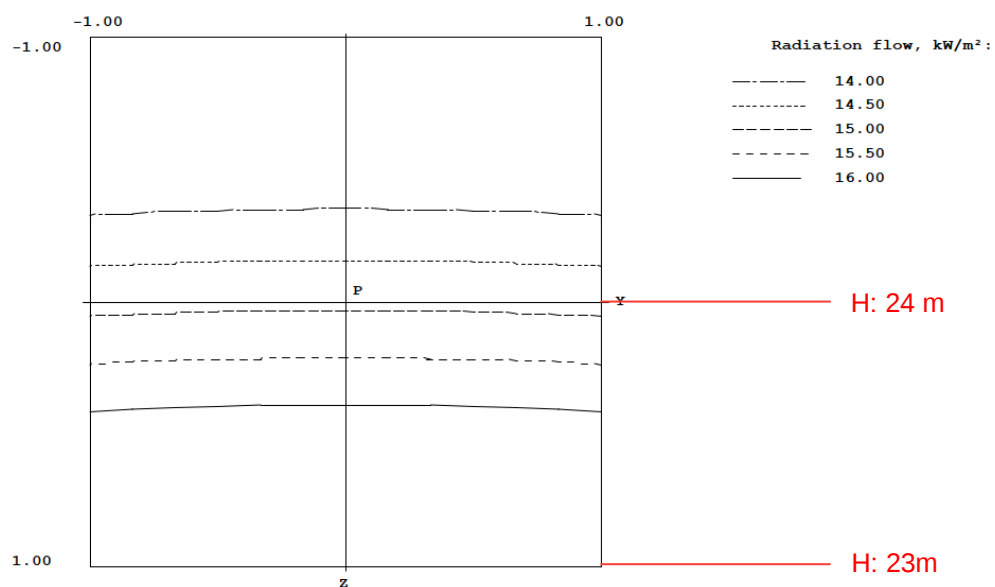
Brinnande yta (m ²)	Förbränningshastighet per ytenhet (kg m ⁻² s ⁻¹)	Pölbrandens diameter d _p (m)	Flamhöjd h _f (m)
200	0,048	15,96	19,27

Tabell 21. Sammanställning av resultat, beräknade höjd över marken till infallande strålning 15 kW/m².

Avstånd från pölbrand (m)	Höjd över marken till infallande strålning 15 [kW/m ²]
6-9	24
15	21
21	20



Figur 25. Resultat från TRA, 6 meter avstånd från pölbrand. Den svarta märkning redovisar strålning 15.76 kW/m².



Figur 26: Resultat från Firewind, 6 meter avstånd från pölbrand.

F.5. Slutsats/ Diskussion

WSP rekommenderar att skyddshöjd för klassade glas EW60 i Tabell 21 tillämpas.

En jämförelse mellan resultat av handberäkningar, Firewind och TRA visar att resultaten är snarlika. TRA beräkningen är däremot något mindre konservativ.

Beräkningarna är genomförda med en strålningseffekt om 0,35 vilket utgör ett teoretiskt maxvärde. Med ökande pölstorlek minskar dock förbränningseffektiveten, vilket förklaras av att luftens syre förbrukas innan det når de centrala delarna av flammans centrum där den ökande sotproduktionen absorberar en betydande mängd av värmestrålningen (55). Summerat innebär detta att genomförda beräkningar är konservativa i att de överskattar den utfallande och infallande strålningen.

REFERENSER

1. **Länstyrelsen i Stockholm.** <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>. [Online] <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>.
2. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** Riskhantering i Detaljplanprocessen. *Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
3. **Länsstyrelsen i Stockholms Län.** *Riktlinjer för Riskanalyser som beslutssunderlag. Faktablad 4:2003.* Stockholm : Länsstyrelsen, 2003.
4. **Länsstyrelsens i Stockholms län.** Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods. 2016. 2000:01.
5. **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.** *Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer.* 2015.
6. **WSP.** *Transporter med farligt gods, Fördjupande analyser av mätningar utförda i Stockholm under oktober 2015.* Stockholm : WSP, 2015.
7. **Stockholm stad.** *Statistik om Stockholm - Basområdeslistan.* Stockholm : Stockholms stad, 2016.
8. **Wier, Martin och Svensson, Henric.** *Mårtensdal 6 & 10, Stochkolm.* Stockholm : Brandkonsulten AB, 2012.
9. **Länsstyrelsen i Stockholms Län.** *Riskhänsyn vid ny bebyggelse .* Stockholm : Räddnings- och säkerhetsavdelningen, 2000.
10. **WSP Samhällsbyggnad.** *Sjöstadshöjden Hammarbyskogen Utredning av gatualternativ.* Stockholm : WSP Samhällsbyggnad, 2017.
11. **Iterio AB.** *Sammanfattade studie av förutsättningar för en ambulanshelikopterflygplats i Mölnvik, Värmdö kommun.* Stockholm : Iterio AB, 2018.
12. **Värmdö kommun.** [Online] den 20 01 2021. [Citat: den 14 04 2021.] <https://www.varmdo.se/arkiv/aktuellanyheter/omprocessenkringambulanshelikopternsframtidaplacering.5.726c2803177045f08f7a6199.html>.
13. **Serti, Sami.** *Riskanalys – Bussdepåns inverkan på närboende och anställda vid kv Fredriksdal.* Stockholm : Sweco, 2010.
14. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** *Värdering av risk. FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
15. **Trafikverket.** *Trafikuppräkningsstal - Văganalyser EVA och manuella beräkningar .* 2020.
16. **Advisory Council on Dangerous Substances .** *Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E.* u.o. : Ministry of Transport (NL), 2005.
17. **Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad.** *Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.* 1997.
18. **CPR 18E.** *Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book'.* 1999.
19. **Räddningsverket och Boverket.** *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Văgledningsrapport* 2006. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
20. **Văg- och transportforskningsinstitutet.** *VTI rapport 387:1.* 1994.
21. **IEC.** *International Standard 60300-3-9. Dependability management - Part 3: Application guide - Section 9: Risk analysis of technological systems.* Geneve : International Electrotechnical Comission, 1995.

22. **ISO.** Risk management - Vocabulary . *Guidelines for use in standards, Guide 73.* Geneva : International Organization for Standardization, 2002.
23. **Räddningsverket.** *Farligt gods: Riskbedömning vid transport.* u.o. : Statens räddningsverk, 1996.
24. **VTI.** Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. *VTI-rapport 387:4.* u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
25. **MSB.** *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng.* u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
26. **Räddningsverket.** Förvaring av explosiva varor. Karlstad : u.n., 2006.
27. **TRAFKA.** *Lastbilstrafik 2013 Swedish national and international road goods transport 2013. Statistik 2013.* u.o. : Trafikanalys, 2014.
28. **Gustavsson, Marlene.** Muntligen 2008-01-10. u.o. : Räddningsverket, 2008.
29. **Ingasson, Haukur, o.a.** *Räddningsinsatser i vägtunnlar.* u.o. : Statens Räddningsverk, 2005.
30. **SIKA.** *Vägtrafikskador.* u.o. : Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
31. **VTI.** Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS). *Uppgifter erhållna från Arne Land.* u.o. : Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
32. **PIARC.** *Fire and smoke control in road tunnels.* u.o. : PIARC - World Road Association, 1999.
33. **Stadsbyggnadskontoret Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods. Dnr 758/92.* u.o. : Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
34. **Lamnevik, Stefan.** Explosivämneskunskap. u.o. : Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
35. **HMSO.** *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances.* London : Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
36. **Daggård, Tomas.** Muntligen 2010-01-11. u.o. : Orica Services Nora, 2008.
37. **Pålsson, Tord.** Muntligen 2008-01-09. u.o. : Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.
38. **MSB.** Trafikflöde på väg [Elektronisk]. Hämtad 2010-08-11.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Vag/>. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
39. **Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik.** Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB. Muntligen: 2007-01-30. 2007.
40. **Jansson, Patrik.** Muntligen 2008-01-16. *Polisens tillståndsenhet.* 2008.
41. **Halmemies, Sakari.** *Räddningskemi - Farliga ämnen. Publikation 10/2000.* u.o. : Räddningsverket, 2000.
42. **Wahlqvist, Jan.** Muntligen 2010-07-08. *LPG-ansvarig.* u.o. : Statoil, 2010.
43. *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail.* **Purdy , G.** 1993, Journal of Hazardous Materials, Vol. 3 (1993), ss. 229-259.
44. **Lindström, Robert.** Muntligen: 2010-07-08. *Tf Logistikchef.* u.o. : Statoil, 2010.
45. **Gammelgård, Tonny.** Muntligen: 2010-07-09. *Chef varuförsörjning.* u.o. : OKQ8, 2010.
46. **SPI.** Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk] Hämtad 2010-07-08.
<https://www.spi.se/statistik.asp?art=99>. u.o. : Svenska Petroleum Institutet, 2010.
47. **Forsén, Rickard och Lamnevik, Stefan.** Verkan av explosioner i det fria. u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2010.

48. **FOA.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker, FOA - R-00490-990-SE.* u.o. : Försvarets forskningsanstalt, 1997.
49. **Lamnevik, Stefan.** *Konsekvensanalys explosioner.* u.o. : Stefan Lamnevik AB, 2006.
50. **MSB.** *Spridning Luft. RIB XM.* u.o. : Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
51. **CCPS.** *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, 2nd Edition. CPQRA.* u.o. : Center for Chemical Process Safety, 1999.
52. **BBR.** *Boverkets byggregler, BFS 2006:12.* u.o., Karlskrona : Boverket, 2006.
53. **Fischer, Stellan, o.a.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder förbedömning av risker.* u.o. : FOA - Försvarets Forskningsanstalt, 1998.
54. **Drysdale, Dougal.** *An Introduction to Fire Dynamics – second edition.* u.o. : University of Edinburgh, , UK 1999.
55. **Committe for the Prevention of Disasters caused by Dangerous Substances.** *Methods for the calculation of physical effects.* u.o. : CPR 14E "Yellow book", 1996.