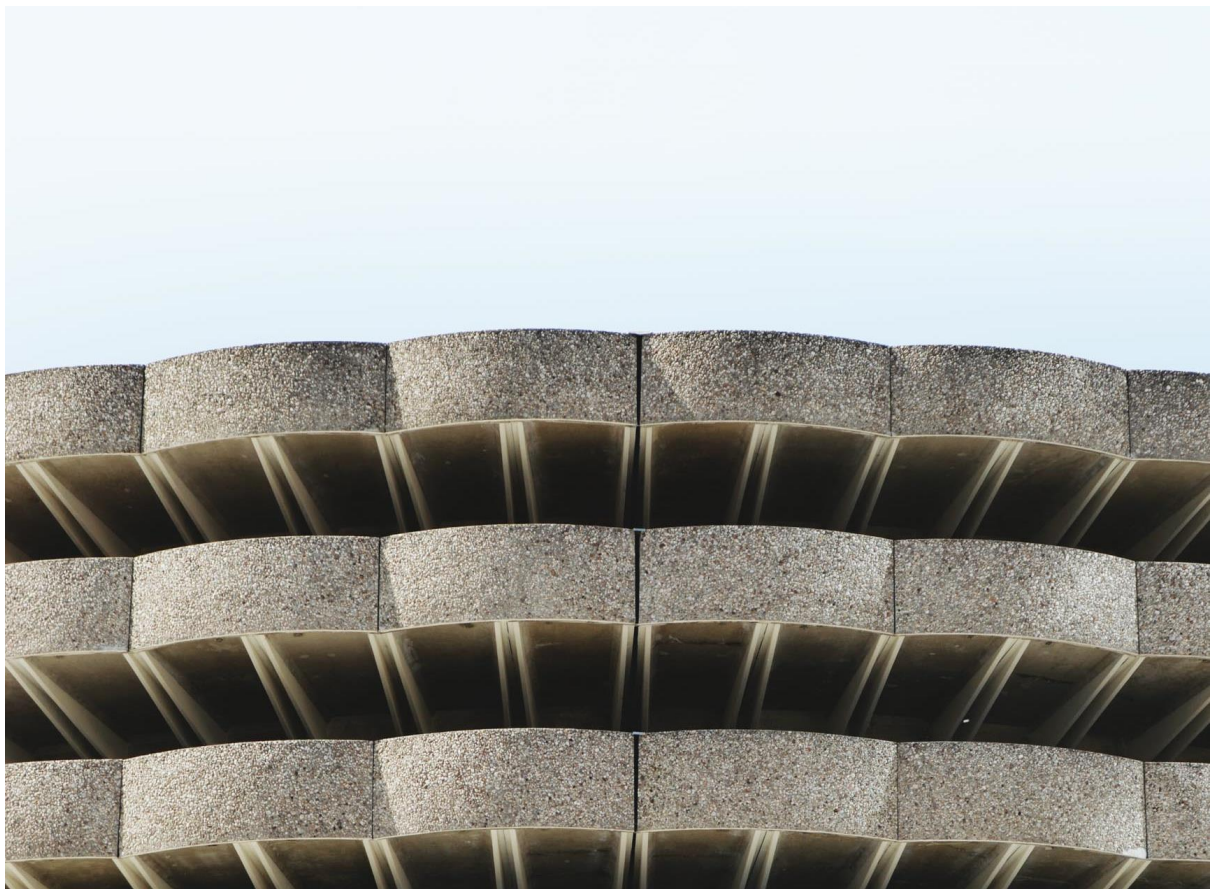


MAX BURGERS AKTIEBOLAG

RISKBEDÖMNING MED AVSEENDE PÅ NÄRHET TILL
TRANSPORTLED FÖR FARLIGT GODS, TUNNELBANA SAMT
DRIVMEDELSSTATION

KV. TANKLOCKET 1, RÅGSVED

2019-03-29



wsp

RISKBEDÖMNING MED AVSEENDE PÅ NÄRHET TILL TRANSPORTLED FÖR FARLIGT GODS, TUNNELBANA SAMT DRIVMEDELSSTATION

Kv. Tanklocket 1, Rågsved

KUND

Max Burgers Aktiebolag

KONSULT

WSP Environmental Sverige

Box 71

581 02 Linköping

Besök: Ågatan 7

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

UPPDRAGSNAMN
MAX Rågsved

UPPDRAGSNUMMER
10281448

FÖRFATTARE
Emelie Laurin och Johan Björck

DATUM
2019-03-29

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Katarina Herrström

GODKÄND AV
Emelie Laurin

DOKUMENTHISTORIK OCH KVALITETSKONTROLL

Utgåva/revidering	Utgåva 1	Revision 1	Revision 2	Revision 3
Anmärkning	-			
Datum	2019-03-29	[Datum]	[Datum]	[Datum]
Handläggare	Emelie Laurin och Johan Björck			
Signatur	EL och JB			
Granskare	Katarina Herrström	[Granskad av]	[Granskad av]	[Granskad av]
Signatur	KH			
Godkänd av	Emelie Laurin	[Godkänd av]	[Godkänd av]	[Godkänd av]
Signatur	EL			
Uppdragsnummer	10281448			

Sammanfattning

St1 Sverige AB bedriver idag en drivmedelanläggning på fastigheten Kv. Tanklocket 1 i Rågsved. Tillsammans med Max Burgers AB önskar de komplettera fastigheten med en snabbmatsrestaurang. Detta medför ett behov av att ändra detaljplanen med syfte att möjliggöra uppförandet av en snabbmatsrestaurang och samtidigt fortsätta tillåta befintlig drivmedelsanläggning.

Cirka 45 meter väster om planområdet löper Huddingevägen som är utpekad som sekundär transportled för farligt gods. Cirka 45 meter nordost om planområdet löper tunnelbanans gröna linje på markspår.

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Miljöbalkens och Plan- och bygglagens krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsen i Stockholms läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led respektive drivmedelsstation. Målet med riskbedömningen är att utgöra underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

Riskbedömningen med avseende på vägtransport av farligt gods genomförs kvantitativt. Riskbedömningen med avseende på närhet till tunnelbana respektive närhet till drivmedelsstation genomförs i huvudsak kvalitativt, men kompletteras med vissa kvantitativa ingångsvärden för att bedöma den totala risknivån. Dessutom har erfarenheter och resultat från liknande projekt tagits med som underlag till kvalitativa resonemang avseende uppskattningen av risk samt dess möjliga inverkan på människor i planområdet.

Resultatet av genomförd riskbedömning visar att detaljplanen bedöms vara lämplig ur riskhänseende med utgångspunkt i närhet till sekundär transportled för farligt gods, tunnelbana och drivmedelsstation. Utifrån riskbedömningen av närhet till drivmedelsstation föreslås dock ett antal riskreducerande åtgärder med anledning av att avståndskrav enligt länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer inte uppfylls i samtliga punkter.

Rekommenderade åtgärder utifrån riskbedömningens resultat (lämpliga att reglera i detaljplan) listas nedan:

- De skyddsavstånd som arbetats fram genom inplaceringsskissen bibehålls (dvs. inbördes avstånd mellan påfyllningsanslutning, mätarskåp, restaurangbyggnad och uteservering).
- Gräsrefug vid lossningsplats förstärks med en hög kant, betongsuggor eller liknande.
- Skyddsplank utformat som brandklassat glas (EW 30) ovanpå en lägre skyddsmur placeras längs den del av uteserveringens perimeter som vetter mot drivmedelsstationen.
- Snabbmatsrestaurangen förses med utrymningsvägar som vetter bort från drivmedelsstationen. Det skall även säkerställas att personer på uteserveringen kan utrymma åt samma håll.
- Snabbmatsrestaurangen förses med avstängningsbar ventilation.
- Luftintag till ventilation placeras bort från drivmedelsstationen.
- Utfarten från drive-in förses med farthinder (vägbula eller liknande).
- Hela ytan kring pumpar och lossningsplats skall konstrueras så att ett större drivmedelsläckage förhindras att rinna mot snabbmatsrestaurangen.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
1.1	BAKGRUND	6
1.2	SYFTE OCH MÅL	6
1.3	OMFATTNING	6
1.4	AVGRÄNSNINGAR	7
1.5	STYRANDE DOKUMENT	7
1.6	SAMRÅD	8
1.7	UNDERLAGSMATERIAL	8
1.8	INTERNKONTROLL	9
2	OMRÅDESBESKRIVNING	10
2.1	PLANOMRÅDET	10
2.2	OMGIVNING	11
2.3	INFRASTRUKTUR	11
2.4	DRIVMEDELSSTATION	12
2.5	BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET	13
3	RISKIDENTIFIERING	14
3.1	IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR	14
4	RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING	17
4.1	TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ HUDDINGEVÄGEN	17
4.2	TUNNELBANA PÅ MARKSPÅR	21
4.3	ST1 AUTOMATSTATION MED BENSIN, DIESEL OCH E85	25
5	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	29
5.1	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER UTIFRÅN LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJER GÄLLANDE NÄRHET TILL FARLIGT GODS-LED	29
5.2	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER UTIFRÅN LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJER GÄLLANDE NÄRHET TILL DRIVMEDELSSTATION	30
6	DISKUSSION	32
7	SLUTSATSER	34
BILAGA A.	METOD FÖR RISKHANTERING	35
BILAGA B.	STATISTISKT UNDERLAG	37
BILAGA C.	FREKVENSBERÄKNINGAR	40
BILAGA D.	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	50
BILAGA E.	KÄNSLIGHETSANALYS	56
BILAGA F.	REFERENSER	61

1 INLEDNING

WSP har av Max Burgers AB fått i uppdrag att ta fram en riskbedömning i samband med upprättande av ny detaljplan för Kv. Tanklocket 1 i Rågsved.

1.1 BAKGRUND

Tomträttshavaren St1 Sverige AB bedriver idag en drivmedelanläggning på fastigheten Kv. Tanklocket 1 i Rågsved. Tillsammans med Max Burgers AB önskar de komplettera fastigheten med en snabbmatsrestaurang. I nu gällande detaljplan tillåts endast bilservice på fastigheten. Detta medför ett behov av att ändra detaljplanen med syfte att möjliggöra uppförandet av en snabbmatsrestaurang och samtidigt fortsätta tillåta befintlig drivmedelsanläggning.

Cirka 45 meter väster om planområdet löper Huddingevägen som är utpekad som sekundär transportled för farligt gods. Cirka 45 meter nordost om planområdet löper tunnelbanans gröna linje på markspår. I enlighet med krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid planprocessen, utifrån Miljöbalken, Plan- & bygglagen samt länsstyrelsens riktlinjer, ska farligt gods-leden, tunnelbanan samt drivmedelsstationen ingå i en riskbedömning för planområdet.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna riskbedömning är att uppfylla Miljöbalkens och Plan- och bygglagens krav på lämplig markanvändning med hänsyn till risk, samt länsstyrelsen i Stockholms läns krav på beaktande av riskhanteringsprocessen vid markanvändning intill farligt gods-led respektive drivmedelsstation.

Målet med riskbedömningen är att utgöra underlag för fattande av beslut om lämpligheten med planerad markanvändning, med avseende på närhet till farligt gods-led och tunnelbana samt närhet till drivmedelsstation. I ovanstående ingår att efter behov ge förslag på åtgärder.

1.3 OMFATTNING

Riskbedömningen avser beskriva riskbilden med syfte att möjliggöra en bedömning av detaljplanens lämplighet med avseende på liv och hälsa. Bedömningen struktureras utifrån nedanstående frågeställningar:

- Riskidentifiering: Vad kan inträffa?
- Frekvensuppskattningar: Hur ofta kan det inträffa?
- Konsekvensuppskattningar: Vad är konsekvensen av det inträffade?
- Riskuppskattning: Hur stor är risken?
- Riskvärdering: Är risken acceptabel?
- Riskreduktion: Rekommenderas åtgärder?

Kortfattade metodbeskrivningar inleder respektive kapitel. Mer djupgående beskrivning av riskhanteringsprocessens olika steg och de metoder som använts i riskbedömningen redogörs för i Bilaga A.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

I riskbedömningen belyses risker förknippade med transport av farligt gods på närliggande sekundär transportled, trafik på närliggande tunnelbana samt verksamhet på drivmedelsstation. De risker som har beaktats 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/kollision eller långvarig exponering av buller och luftföroreningar.

Riskbedömningen med avseende på vägtransport av farligt gods genomförs kvantitativt. Inga separata beräkningar utförs för Rågsvedsvägen. Riskbedömningen med avseende på närhet till tunnelbana respektive närhet till drivmedelsstation genomförs i huvudsak kvalitativt, men kompletteras med vissa kvantitativa ingångsvärden för att bedöma den totala risknivån. Dessutom har erfarenheter och resultat från liknande projekt tagits med som underlag till kvalitativa resonemang avseende uppskattningen av risk samt dess möjliga inverkan på människor i planområdet.

Det bör noteras att riskbedömningen för drivmedelsstationen utförs övergripande och utifrån ett detaljplaneperspektiv. Den ersätter inte de riskbedömningar som ska upprättas av verksamhetsutövaren i samband med tillståndsansökan för verksamheten. Bedömningen utgår från uppförandet av en ny snabbmatsrestaurang intill befintlig drivmedelsstation och innefattar därmed i huvudsak en bedömning av avstånd och lokala förhållanden. Ingen bedömning av huruvida drivmedelsstationen i sig uppfyller relevanta krav genomförs. Det förutsätts att drivmedelsstationen inte kommer att installera en anläggning för tankning av fordonsgas.

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

1.5 STYRANDE DOKUMENT

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

1.5.1 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.

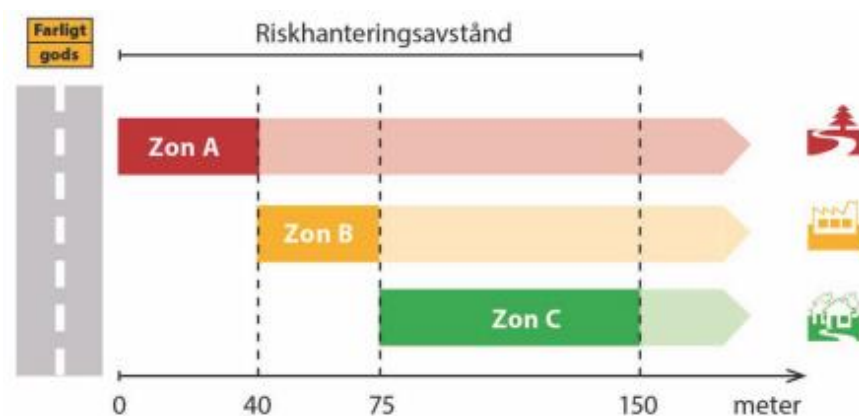
Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till [...] människors hälsa och säkerhet, ... (PBL 2010:900. 2 kap. 5§)

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§)

1.5.2 Riktlinjer

Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram ett dokument som heter *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [1]. Riktlinjen tydliggör hur länsstyrelsen i Stockholms län bedömer risker vid granskning av detaljplaner och översiktsplaner. Länsstyrelsen i Stockholms län anser att riskerna ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meter från väg och järnväg där det transporteras farligt gods.

I Figur 1 presenteras rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning. Länsstyrelsen anser att kommunen bör lokalisera bebyggelse enligt dessa rekommendationer för att uppnå en god samhällsplanering. För det fall det inte är möjligt att uppnå rekommenderade avstånd anges även de skyddsavstånd och skyddsåtgärder som länsstyrelsen anser vara ett minimum för att uppfylla kraven i PBL.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning. Avstånden mäts från den närmaste vägkanten respektive närmaste spårmit. Snabbmatsrestaurang bedöms tillhöra Zon C.

Rekommenderade avstånd till drivmedelsstationer redogörs för i Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* [2] och beror av bebyggelsetyp och hanterade ämnen. För att bedöma närheten till befintlig drivmedelsstation utifrån ett detaljplaneperspektiv tas även avstamp i länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer* [3].

1.6 SAMRÅD

Inget samråd har genomförts i detta skede.

1.7 UNDERLAGSMATERIAL

Arbetet baseras på följande underlag:

- Inplaceringsskiss, ny situationsplan. [4]
- Startpromemoria för planläggning av fastigheten, Stockholms stad. [5]
- Analyser av transporter med farligt gods. [6]
- Trafikflödeskartor från Nationell vägdatabas.

1.8 INTERNKONTROLL

Rapporten är utförd av Emelie Laurin (Brandingenjör och Civilingenjör riskhantering) och Johan Björck (Civilingenjör riskhantering) med Emelie Laurin som uppdragsansvarig. I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Katarina Herrström (Brandingenjör och Civilingenjör riskhantering).

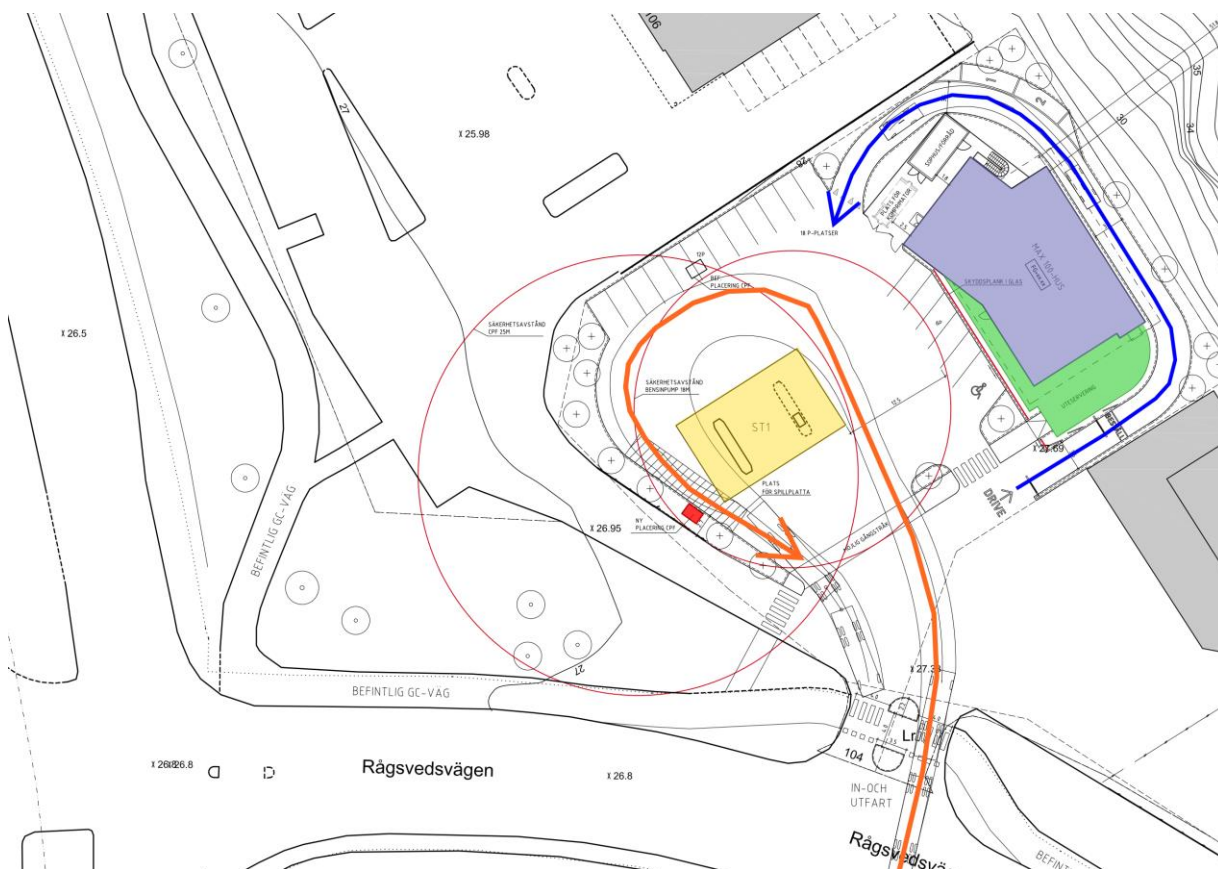
2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av planområdet och dess omgivning med syfte att tydliggöra de förutsättningar och konfliktpunkter som utgör grund för bedömningen.

2.1 PLANOMRÅDET

På fastigheten Kv. Tanklocket 1 finns i dagsläget endast en automatstation för drivmedel som drivs av St1 Sverige AB. Automatstationen upptar cirka halva fastigheten medan den andra halvan utgörs av obebyggd hårdgjord yta. St1 Sverige AB har tillsammans med MAX Burgers AB önskemål om att uppföra en snabbmatsrestaurang på den obebyggda delen av fastigheten. Drivmedelsanläggningen kommer enligt förslaget att finnas kvar men byggas om något. [5]

I översiktsplanen är området utpekad som stadsutvecklingsområde. Inom planområdet gäller detaljplan P 2004-06275 som tillåter bilservice. Planförslaget ska pröva möjligheten att uppföra en snabbmatsrestaurang nordöst om den befintliga drivmedelsstationen. Parkeringsplatser kommer att anordnas i zonen mellan restaurangen och drivmedelsstationen samt utmed gränsen mot fastigheten Tanklocket 4 (mot nordväst). En drive-in anordnas runt restaurangbyggnaden och skiljer den från naturområdet i nordost. Förslaget innehåller en skyddad uteservering samt ett inbyggt område för avfallshantering och leveranser. [5]



Figur 2. Den föreslagna snabbmatsrestaurangen i relation till den befintliga drivmedelsstationen. Följande färgmarkeringar används: Restaurang (lila), uteservering (grön), skärmtak över pumpar (gul), påfyllningsanslutning/lossningsplats (röd), körväg drive-in (blå pil), körväg tankbil (orange pil).

2.2 OMGIVNING

Det aktuella planområdet omfattar cirka 3100 m² och ligger i den västra utkanten av stadsdelen Rågsved i Stockholms kommun, cirka 45 meter öster om korsningen Huddingevägen/Rågsvedsvägen. Planområdet är en del av ett isolerat, hårdgjort område för handel och bilservice. Området omges av grönytor samt Huddingevägen i väster och Rågsvedsvägen i söder.

En bergsslutning med träd avgränsar planområdet i nordost från tunnelbanespåren samt bostadsbebyggelsen i Rågsved. På angränsande fastigheter finns en tvåvåningsbyggnad för bilservice i sydost samt en matbutik (LIDL) i nordväst.



Figur 3. Planområdet och dess omgivning. Huddingevägen visas med blå heldragen linje, tunnelbanan visas med svart streckad linje.

2.3 INFRASTRUKTUR

I nedanstående stycken beskrivs den infrastruktur i anslutning till planområdet som kommer att beaktas i riskbedömningen.

2.3.1 Huddingevägen

Planområdet ligger cirka 45 meter från Huddingevägen som har en viktig regional funktion som transportled [5] och även är utpekad som sekundär transportled för farligt gods [7]. Detta innebär att Huddingevägen används för transporter av farligt gods från det primära transportnätet till lokala avnämare. I höjd med planområdet har Huddingevägen tre filer i vardera riktningen (inklusive svängande fil och påfartsfil) som avskiljs av en gräsrefug utan räcke. Hastighetsbegränsningen är 70 km/h, men snitthastigheten bedöms vara lägre då planområdet ligger i direkt anslutning till den stora trafikljusreglerade korsningen mellan Huddingevägen och Rågsvedsvägen. Vägbanan ligger på samma höjd som planområdet. I dagsläget finns inga avåkningsskydd, kantstenar, fasta hinder eller liknande på berört vägningsnitt. Avståndet mellan restaurangen och Huddingevägen planeras bli cirka 90 meter.

2.3.2 Rågsvedsvägen

Rågsvedsvägen förbinder Huddingevägen med Rågsved och Högdalen. Hastighetsbegränsningen är 50 km/h, men snitthastigheten bedöms vara lägre enligt samma resonemang som för Huddingevägen i Stycke 2.3.1. Rågsvedsvägen har generellt en fil i vardera riktningen, men är tvåfilig i höjd med planområdet på grund av svängande filer i anslutning till korsningen med Huddingevägen. På Rågsvedsvägens norra sida (mot planområdet) finns gång- och cykelbana, på den södra sidan finns vanlig trottoar. Rågsvedsvägen är inte utpekad transportled för farligt gods, men kommer av naturliga skäl att användas av tankfordon som anländer till automatstationen via Huddingevägen.

2.3.3 Tunnelbanan

Tunnelbanans gröna linje passerar med två spår nordost om planområdet på sträckan mellan Rågsved och Hagsätra. Varje vecka avgår cirka 260 tunnelbanetåg från Hagsätra mot Rågsved samt cirka 255 tunnelbanetåg från Rågsved mot Hagsätra. Detta ger att gröna linjen trafikeras av cirka 515 tunnelbanetåg per vecka (i snitt cirka 74 tunnelbanetåg per dag) förbi planområdet. Tunnelbanans hastighet förbi planområdet är 70-75 km/h [8].

Avståndet mellan planområdet och tunnelbanan är cirka 45 meter. Ytan mellan planområdet och tunnelbanan utgörs av en bergsslutning som sluttar från tunnelbanespåren ned mot planområdet. Slutningen utgörs av ett berg beväxt med träd av varierande karaktär. Höjdskillnaden mellan spårområdet och planområdet är cirka 15 meter.

2.4 DRIVMEDELSSTATION

Den sydvästra halvan av Kv. Tanklocket 1 upptas av en automatstation för drivmedelsförsäljning till personbilar. Stationen drivs av St1 och är obemannad. Aktuella drivmedel som saluförs vid anläggningen är bensin, diesel och E85, vilka alla utgör brandfarliga vätskor och distribueras till kund via två pumpar lokaliserade under skärmtak. Cisterner är placerade i mark. Lossningsplatsen¹ för tankfordon är i dagsläget belägen norr om pumparna, vid gränsen mot Kv. Tanklocket 4 (LIDL). I samband med uppförandet av den nya snabbmatsrestaurangen kommer lossningsplatsen att flyttas till väster om pumparna.

Ytorna inom stationsområdet är asfalterade och försedda med dagvattenbrunnar anslutna till oljeavskiljare. I samband med flytten av lossningsplatsen kommer ny spillzon med oljeavskiljare att konstrueras. Till automatstationen sker drivmedelsleveranser cirka 2 gånger per vecka och transporter sker med bil och släp. Detta innebär en transportvolym om uppemot 45 m³ per leverans. Drivmedelsleveranser sker alltid via Huddingevägen och en kortare sträcka på Rågsvedsvägen. [9]

Avstånd inom fastigheten som utgör underlag för riskbedömningen framgår i Tabell 1.

Tabell 1. Kortaste avstånd mellan riskobjekt och skyddsvärt objekt.

	Fasad Max	Uteservering
Pump	22 m	21 m
Lossningsplats	38 m	37 m
Körväg för tankfordon	12 m	14 m

¹ Lossningsplatsen innefattar centralpåfyllning, pejlförskruvningar samt cisternavlufning.

2.5 BEFOLKNING OCH PERSONTÄTHET

Stadsdelen Rågsved hade år 2017 en befolkning på knappt 12000 personer (11992). Enligt prognos förväntas en befolkningsökning på upp till cirka 5 % den kommande tioårsperioden. [10] Med en total areal på 205 ha ger detta en befolkningstäthet på 61 personer/ha (5850 personer/km²). [11]

Utöver persontätheten i närområdet bidrar även besökarna på LIDL till en ökad persontäthet i det aktuella området. Dimensionerande persontäthet för butiksytor är enligt *Boverkets byggregler* (BBR) 0,5 individer/m² nettoarea [12]. Föregående värde är dimensionerande för utrymningsanalyser av butikslokaler men överskattar medelbeläggningen kraftigt. I denna riskbedömning antas persontätheten för butiksytor vara närmare 0,25 individer/m² i medeltal. Den uppskattade butiksarean som är tillgänglig för allmänheten uppskattas till 1400 m². Detta ger en medelbeläggning i affären på cirka 360 personer.

Den nya snabbmatsrestaurangen dimensioneras för knappt 100 sittplatser och planen är i dagsläget att det ska vara generösa öppettider (cirka 0900-2300) då kommunen har önskemål om att öka tryggheten i området. [13].

Bebyggelsen i stadsdelen Rågsved utgörs i princip uteslutande av flerfamiljshus i form av bland annat höghus. Persontätheten på 5850 personer/km² som beskrivs ovan bedöms vara konservativ för det aktuella planområdet då detta ligger i utkanten av Rågsved och omges av både grönytor och villaområden i angränsande stadsdel (Huddinge). Persontätheten bedöms vara så pass konservativ att ingen särskild hänsyn tas till besökare på LIDL, personal och kunder på bilverkstaden (sydost om planområdet) eller till det planförslag som förväntas medföra 340 bostäder sydväst om planområdet. Persontätheten kommer dock att känslighetsanalyseras, se vidare i Bilaga E.

För riskbedömningen antas dagtid vara 0600-2200 och nattetid inträffa mellan 2200-0600. [14] Personbelastningen inom planområdet och på angränsande fastigheter bedöms vara i princip obefintlig under nattetid. Däremot utgörs övrig bebyggelse inom den km² som studeras i samhällsriskberäkningarna av bostadshus för vilka det omvända förhållandet gäller (dvs. människor är generellt inte hemma under dagtid).

.

3 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel genomförs en riskidentifiering i enlighet med riskbedömningens avgränsningar. Detta innefattar en övergripande bedömning av vilka olyckor på Huddingevägen respektive på drivmedelsstationen som kan generera en betydande påverkan och därigenom behöver studeras vidare för att avgöra möjliga konsekvenser samt eventuella behov av riskreducerande åtgärder.

3.1 IDENTIFIERING OCH BESKRIVNING AV RISKKÄLLOR

Riskidentifieringen innebär en systematisk genomgång av de riskkällor som förekommer i samband med transport av farligt gods på väg, vid tunnelbanetrafik respektive vid verksamhet på drivmedelsstationer, för att klargöra vilka olyckor som kan inträffa.

3.1.1 Transport av farligt gods på Huddingevägen

Huddingevägen löper i nord-sydlig riktning förbi väster om planområdet. Enligt Trafikverkets vägtrafikflödeskartor uppmättes ÅDT i höjd med planområdet år 2017 till 40200 fordon/dygn $\pm 7\%$ vilket ger ett maximalt värde på cirka 43000 fordon/dygn. Under samma mätperiod var ÅDT för tunga fordon 4450 fordon/dygn $\pm 8\%$ vilket ger ett maximalt värde på cirka 4800 tunga fordon/dygn. Den tunga trafiken utgör i dagsläget således cirka 11 % av den totala trafiken på sträckan. [15]

Som tidigare beskrivits är Huddingevägen utpekad som en sekundär transportled för farligt gods. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar som tagits fram i internationell samverkan [16]. Farligt gods på väg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade ADR-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Bilaga B redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Trafikverket genomförde under 2015 mätningar av farligt gods-transporter på väg på cirka 15 olika platser i Stockholmsregionen. [6] En av dessa mätpunkter var på Huddingevägen, cirka 400 meter norr om planområdet. Värden från denna mätning kommer att användas som indata till den kvantitativa riskbedömningen.

Gemensamt för samtliga mätpunkter är att de vanligaste ämnena i transportererna utgörs av bensin och diesel.

Sett till all godstrafik på väg inom Sverige utgjordes cirka 5,1 % av lastbilstransporterna av farligt gods under år 2015 [17]. Detta kan jämföras med mätningen på Huddingevägen där endast 0,5 % av lastbilstransporterna utgjordes av farligt gods. [6] Under mätperioden (oktober 2015) registrerades i genomsnitt 21 laster per dag, se fördelning mellan klasser i Tabell 2.

I nedanstående tabell visas fördelning mellan de olika farligt gods-klasserna. Tabellen redovisar den nationella fördelningen, sett till all godstrafik på väg i Sverige under 2015, samt fördelningen på Huddingevägen i oktober 2015.

Tabell 2. Fördelning mellan ADR-klasser.

ADR-S-klass	Andel totalt Sverige [17] (%)	Andel på Huddingevägen [6] (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	0,7	0,0
Klass 2. Gaser	16,8	4,5
Klass 3. Brandfarliga vätskor	60,4	51,3
Klass 4. Brandfarliga fasta ämnen	1,7	0
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	1,3	0
Klass 6. Giftiga ämnen, smittförande ämnen	8,7	0,3
Klass 7. Radioaktiva ämnen	0	0
Klass 8. Frätande ämnen	8,5	3,8
Klass 9. Övriga farliga ämnen och föremål	2	0
Styckegods	-	40
Totalt	100	100

Utifrån statistik över transporterade mängder bedöms nedan listade farligt gods-klasser vara relevanta för den fortsatta riskbedömningen. Övriga klasser transporteras i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser förutom i olycksfordonets omedelbara närhet och behandlas därmed inte vidare i analysen.

- Farligt gods-olycka med gas (klass 2). Delas upp i brandfarlig gas (2.1) och giftig gas (2.3)
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3)

Utifrån beskrivningarna i Bilaga B kommer dock även följande klasser att beaktas genom känslighetsanalys, där den nationella fördelningen mellan godsklasser istället tillämpas som indata. Detta för att ta höjd för eventuella kommande förändringar i godstransporterna.

- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1)
- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

3.1.2 Tunnelbana på markspår

Den dominerande risken med avseende på sannolikhet (bortsett från påkörning av person) i anslutning till järnväg är urspårning. Konsekvenserna till följd av urspårning kan omfatta att människor förolyckas, antingen utomhus eller i intilliggande byggnader som påverkas av händelsen. Dock är den vanligaste konsekvensen av en urspårning materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller på tåg.

Det finns ett antal kända orsaker som var för sig eller tillsammans kan resultera i en urspårning, såsom växelpassager, kraftiga inbromsningar, spårlägesfel, solkurvor och sabotage. Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Urspårningar bedöms generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom [18].

Ovanstående gäller för tåg på järnväg, men används som utgångspunkt för kvalitativa resonemang kring urspårning av tunnelbanetåg från tunnelbana på markspår utomhus.

3.1.3 St1 automatstation med bensin, diesel och E85

Det största riskmomentet på en drivmedelsstation bedöms generellt vara vid lossning av bränsle från tankfordon till cistern. Olyckor kan uppkomma exempelvis om slangen mellan bilen och cisternen brister eller lossnar. Vid ett läckage kan det uppkomma en bränslepöl som i sin tur kan antändas och därmed hota såväl byggnader som tankbilen och omgivningen. Chauffören ska dock alltid ha möjlighet att stoppa lossningen omedelbart.

Det dimensionerande skadefallet för läckage på drivmedelsstation ansätts till en bränslepöl på 300 m² [3]. Möjliga orsaker till ett katastrofalt läckage är exempelvis att annat fordon kör in i tankfordonet under lossning så att läckage uppstår, alternativt att läckage/slangbrott uppstår och nödstoppet antingen inte fungerar eller att chauffören är i ett sådant tillstånd (akut sjuk/skadad) att han inte kan manövrera nödstoppet korrekt. Även om de tänkbara konsekvenserna är förödande bedöms sannolikheten för att det dimensionerande skadefallet ska uppkomma vara mycket låg. En bränslepöl på 300 m² motsvarar ett läckage på cirka 10 m³. WSP bedömer att det värsta troliga fallet är att ett helt fack i tankbilen rinner ut, vilket motsvarar cirka 5 m³ bränsle.

De utsläpp som kan antas inträffa i samband med tankning är exempelvis då någon glömmer att hänga tillbaka pistolhandtaget på mätarskåpet efter avslutad tankning, låser pistolhandtaget men inte ansluter handtaget till bilens drivmedelstank etc.

4 RISKUPPSKATTNING OCH RISKVÄRDERING

I detta kapitel genomförs en kvantitativ riskbedömning av vägtransport av farligt gods på Huddingevägen samt en kvalitativ riskbedömning gällande tunnelbanan respektive verksamhet på drivmedelsstation.

4.1 TRANSPORT AV FARLIGT GODS PÅ HUDDINGEVÄGEN

För uppskattning av risknivån har årsmedeldygnstrafik (ÅDT), vägkvalitet, hastighetsbegränsning etc. för aktuellt vägavsnitt använts som indata. Med hjälp av Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) skrift *Farligt gods – riskbedömning vid transport* [19] beräknas frekvensen för att en trafikolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på aktuellt vägavsnitt, se Bilaga B. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se Bilaga C.

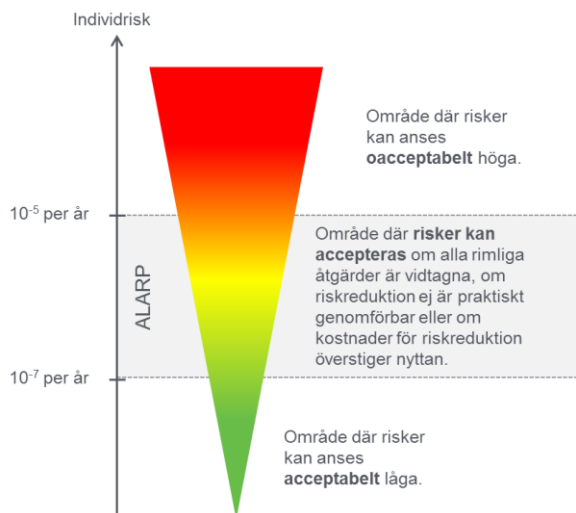
Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i Bilaga D. I denna detaljerade riskbedömning har riskmåttet individrisk och samhällsrisk använts för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter. Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmått, individrisk och samhällsrisk, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande (individperspektiv), samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas (samhällsperspektiv).

Med **individrisk** avses sannolikheten för att en enskild individ på en specifik plats (exempelvis på ett visst avstånd från en transportled) under en viss tidsperiod ska omkomma [20]. Individrisken tar ingen hänsyn till hur många personer som kan förväntas omkomma till följd av en olycka och är därför oberoende av hur många människor som vistas i området. Individrisken kan sägas vara platsspecifik och ger ett mått på hur farligt det är för en enskild individ att vistas på ett visst avstånd från riskkällan. Syftet med riskmålet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer. Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan.

Samhällsrisk avser risken för att en grupp människor inom ett visst område ska omkomma. Jämfört med individrisk beaktar riskmålet samhällsrisk även hur stora konsekvenserna kan bli ur ett samhällsperspektiv, med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider. Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), som visar den ackumulerade frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna. I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på riskkriterier [20] gällande individ- och samhällsrisk.

Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; *acceptabla*, *acceptabla med restriktioner* eller *oacceptabla*.



Figur 4. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

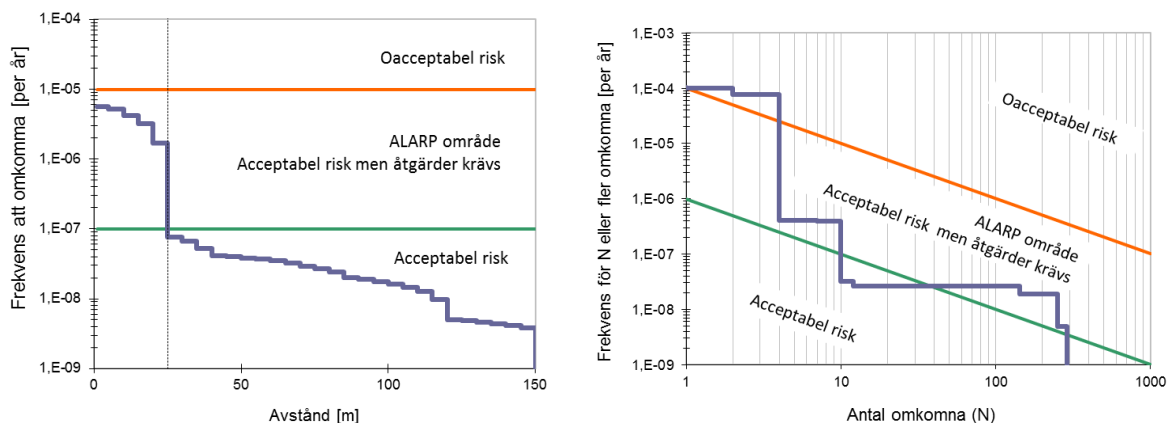
Följande förslag till tolkning rekommenderas:

- Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras därmed ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.
- Risker som klassificeras som **acceptabla med restriktioner** värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder skall 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. Riskreducerande 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. Den övre gränsen markeras med röd linje och den undre gränsen med grön linje, se Figur 5. Den kvantitativa värderingen av riskmått kompletteras med kvalitativa resonemang med utgångspunkt främst i planområdets inneboende egenskaper samt i tidigare erfarenheter från liknande projekt.

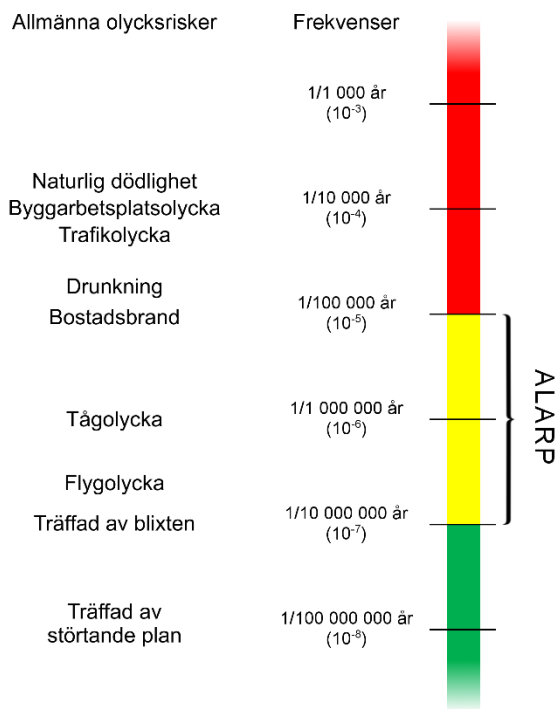
Tabell 3. Förslag till kriterier för värdering av individ och samhällsrisk enligt DNV.

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



Figur 5. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV [20].

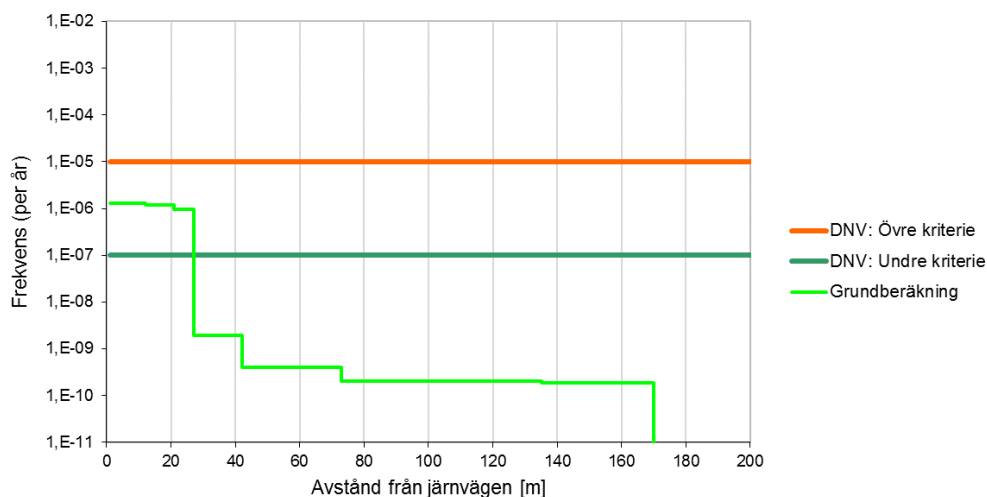
Den övre gränsen för område där risker kan kategoriseras som låga motsvarar, eller är lägre än, risken att omkomma till följd av naturolyckor (risk att omkomma till följd av träff av blixn anges ofta till 10^{-7} per år, samlad risk relaterad till naturolyckor anges ofta till 10^{-6} per år). En beräknad risknivå på 10^{-7} per år bör därför, även med hänsyn till osäkerhet i analysen, innebära att en individs totala risknivå inte påverkas signifikant. Det förefaller inte rimligt att kräva att större resurser skall satsas utöver detta. Den övre gränsen för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras motsvarar cirka en tiondel av den naturliga dödsfallsrisken för de grupper i samhället som har den lägsta totala dödsfallsrisken. Som jämförelse illustreras i Figur 6 ett antal olycksrisker i samhället.



Figur 6. Storleksordning på allmänna olycksrisker i förhållande till ALARP-området.

4.1.1 Individrisknivå

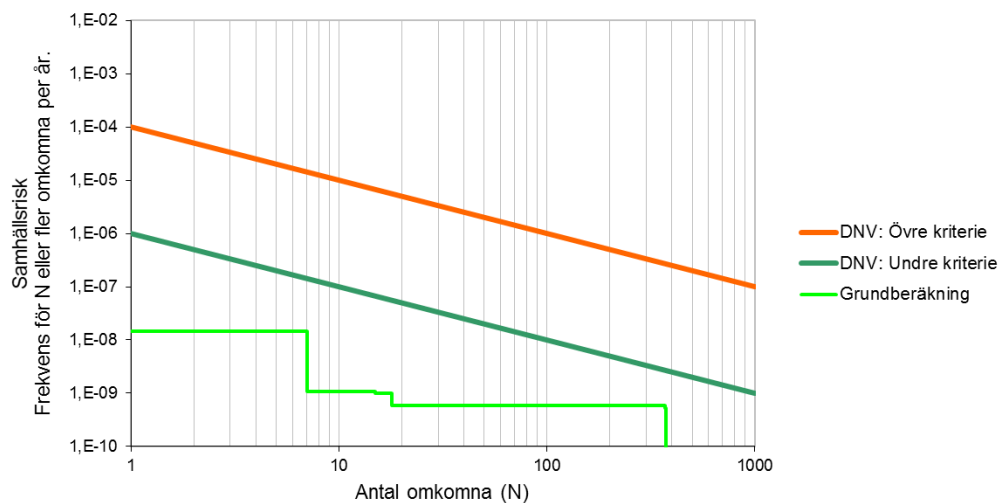
I Figur 7 illustreras den individrisknivå som genereras av transporter av farligt gods på Huddingevägen. Beräkningarna indikerar att individrisknivån ligger inom ALARP-området fram till 27 meter från Huddingevägen. Efter 27 meter sjunker individrisknivån kraftigt och ligger därefter inom acceptabla nivåer. Det ska särskilt noteras att avståndet mellan aktuellt planområde och Huddingevägen är cirka 45 meter och att avståndet mellan restaurangen och Huddingevägen planeras bli cirka 90 meter.



Figur 7. Individrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Huddingevägen.

4.1.2 Samhällsrisknivå

I Figur 8 illustreras den samhällsrisknivå som genereras av transporter av farligt gods på Huddingevägen. Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån ligger inom acceptabla risknivåer. Det ska särskilt noteras att avståndet mellan aktuellt planområde och Huddingevägen är cirka 45 meter. Planområdet ingår i den km² som beräkningarna är baserade på, men det stora skyddsavståndet gör att personer inom planområdet endast kan påverkas av olyckor på vägen med långa konsekvensavstånd. Se vidare diskussion i Kapitel 5.



Figur 8. Samhällsrisknivå med avseende på farligt gods-transporter på Huddingevägen.

4.1.3 Känslighetsanalys

För att verifiera hur stor inverkan gjorda antaganden har på resultatet av beräkningarna för vägen genomförs känslighetsanalyser. Detta för att ta höjd för osäkerheter i det statistiska underlaget samt för eventuella framtida förändringar i trafiken och befolkningen. Känslighetsanalys har utförts för de parametrar som bedömts vara särskilt viktiga för det specifika projektet.

Endast känslighetsanalysen där nationell statistik för andel farligt gods bland vägtransporterna och fördelning mellan de olika ADR-klasserna används som indata har medfört en större påverkan på resultaten. Dock är skillnaden mycket stor mellan den nationella statistiken och mätningen för den aktuella vägen. Den nationella statistiken beaktar all transport av farligt gods i Sverige, även på primära farligt gods leder, medan den aktuella vägen utgörs av en sekundär farligt gods led. Samhällsrisk för denna känslighetsanalys når som högst mitten av ALARP-området. Individrisk för samma känslighetsanalys når oacceptabla risknivåer inom 21 meter från Huddingevägen, ligger inom ALARP-området mellan 21-42 meter från Huddingevägen och därefter inom acceptabla risknivåer.

Med bakgrund i ovanstående, att samhällsrisk ej når upp till oacceptabla nivåer i någon av känslighetsanalyserna och att avståndet mellan Huddingevägen och planområdet är 45 meter, indikerar känslighetsanalyserna som har genomförts att beräkningarna och slutsatserna är robusta för framtida rimliga förändringar i indata.

Se vidare i Bilaga E för fullständig redovisning av de genomförda känslighetsanalyserna.

4.2 TUNNELBANA PÅ MARKSPÅR

Som tidigare beskrivits passerar tunnelbanans gröna linje med två spår nordost om planområdet på sträckan mellan Rågsved och Hagsätra, se Figur 3. Avståndet mellan planområdet och närmsta spåret är cirka 45 meter, medan avståndet mellan fasad och närmsta spåret är cirka 50 meter. Ytan mellan planområdet och tunnelbanan utgörs av en bergssluttning som sluttar från tunnelbanespåren ned mot planområdet. Sluttningen utgörs av ett berg bevuxet med träd av varierande karaktär. Höjdskillnaden mellan spårområdet och planområdet är cirka 15 meter. Avståndet mellan spåret och där marken börjar slutta nedåt mot planområdet är cirka 10 meter.



Figur 9. Bild tagen från planområdet på sluttningen upp mot tunnelbanan.



Figur 10. Höjdskillnad mellan planområde och tunnelbanespår.

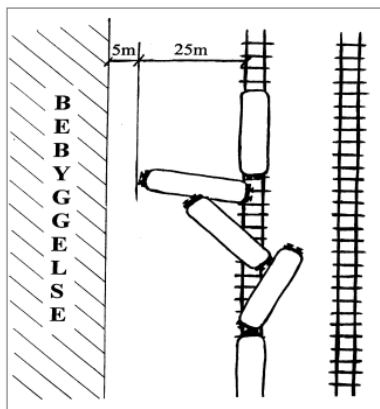
Vid riskbedömning av närhet till järnväg inom fysisk planering är det praxis att använda Trafikverkets (tidigare Banverkets) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* [18]. Med hjälp av modellen kan frekvensen för urspårning längs med en viss järnvägssträcka beräknas genom att ange sträckans längd, antal tåg/år, antal vagnar/år, antal vagnaxlar/vagn, antal växlar samt antal plankorsningar. Felfrekvenserna som används som indata till modellen är baserade på ett statistiskt underlag som gäller för järnväg med resandetåg (och godståg). Eftersom modellen inte är framtagen för att bedöma risker förknippade med tunnelbana bedöms den inte kunna tillämpas rakt av för att göra en riskbedömning av urspårningsrisken i detta fall. Eftersom den aktuella sträckan av tunnelbanans gröna linje dock går ute i det fria som spår på mark bedöms modellen ändå kunna användas för att genom överslagsberäkningar i alla fall ge en indikation på den beräknade urspårningsfrekvensen. Följande indata anges:

Sträcka:	1 km
Spår:	2 stycken
Växlar:	0 stycken
Plankorsning:	0 stycken
Tåg/genomsnittsdyn:	74 stycken
Vagnar/tåg:	3 stycken
Vagnaxlar/vagn:	8 stycken

Detta ger en frekvens² på $1,6 \times 10^{-4}$ urspårningar per år, vilket motsvarar en urspårning per 6243 år.

² Frekvensen har reducerats med en reduktionsfaktor då hela den studerade sträckans frekvensbidrag inte kan drabba en enskild person i en viss punkt.

Som beskrivs i stycke 3.1.2 bedöms urspårningar generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom [18]. En förklaring till detta är att de vagnar som hamnar längst ifrån spåret ändå brukar ha kvar kontakt mellan ett hjulpar och rälsen, se Figur 11.



Figur 11. Urspårningsolycka på järnväg.

Enligt statistiken är spridningen (avstånd från spåret) av urspårade vagnar enligt Tabell 4 nedan [18]:

Tabell 4. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m	Okänt
Resandetåg	69%	16%	2%	2%	0%	11%

Tabellen indikerar att sannolikheten för att en personvagn ska hamna bortom 25 meter från spåret vid en urspårning är så pass låg att den har avrundats till 0 %. Här måste det särskilt beaktas att statistiken som presenteras ovan gäller för järnväg med resandetåg och därmed inte kan appliceras rakt av på tunnelbanetåg. En tydlig skillnad mellan personvagnar på järnväg och tunnelbanevagnar är exempelvis att järnvägsvagnar generellt är cirka 25 meter långa medan tunnelbanevagn C20 (som trafikerar gröna linjen) är 46,5 meter lång. Andra skillnader mellan järnvägsvagnar och tunnelbanevagnar är exempelvis antal boggier och utförandet av kopplingarna mellan vagnarna.

Det bedöms dock vara rimligt att anta att statistiken ovan kan användas som grund för antagandet att även vid urspårningar av tunnelbanevagnar stannar majoriteten av de urspårade vagnarna kvar inom några meter från spåret. Detta innebär att majoriteten av vagnarna, vid en urspårning i anslutning till planområdet, borde stanna kvar på de tio metrarna som finns mellan spåret och slutningen. Det bör förtydligas att bara för att en vagn når tio meter från spåret med någon del är det inte samma sak som att den kommer att fortsätta ned för slutningen. För att detta ska ske måste en tillräckligt stor del av vagnen sticka ut mot slänten för att vagnens tyngdpunkt ska förskjutas över kanten. Detta indikerar att det krävs en urspårning med ett konsekvensområde över tio meter för att vidare förflyttning ned för slänten ska ske.

Enligt Trafikverkets modell finns inget påvisbart samband mellan spridning (se Tabell 4) och hastighet (med undantag för hastigheter som understiger 30 km/h) [18]. Det bedöms dock vara rimligt att anta att sannolikheten för att en tunnelbanevagn i händelse av urspårning ska fortsätta ned för slänten ökar med en ökad initial hastighet. I detta fall är hastigheten förbi planområdet 70-75 km/h, vilken i sammanhanget inte är att betrakta som varken en relativt hög eller låg hastighet sett till samtliga tåg som statistiken baseras på. Sammanfattningsvis bedöms inte hastigheten bidra med en ökad riskfaktor på den aktuella sträckan.

UIC³-kod 777-2 anger att det maximala avståndet (b) som ett urspårat tåg förflyttar sig i sidled från spåret kan uppskattas med formeln $b=V^{0.55}$ där V är hastigheten vid urspårningsögonblicket [21]. En hastighet på 70-75 km/h ger ett maximalt avstånd på drygt 10 meter från spåret. Även i detta fall gäller modellen för järnväg med resandetåg och kan därmed inte appliceras rakt av på tunnelbanetåg. Det kan dock ge en indikation på vilka avstånd som kan vara rimliga att förvänta vid en urspårning. Detta bidrar till bedömningen att det är rimligt att anta att en urspårad tunnelbana troligtvis stannar kvar ovanför slänten.

En annan faktor att ta hänsyn till är att det på flera ställen längs med sträckan finns uppstickande bergsknallar invid spåret som ett resultat av att toppen av slänten troligtvis sprängts bort för att göra plats för tunnelbanan. Bergsknallarna kan verka konsekvensreducerande vid urspårning, på samma vis som en stödmur eller liknande, men är inte jämnt placerade utmed hela sträckan varvid effekten inte kan garanteras. Tunnelbanevagnarna är dock 46,5 meter långa så det är rimligt att anta att någon del av vagnen skulle slå i uppstickande berg vid en urspårning.

I tillgängliga beräkningsmodeller vid riskbedömning av järnvägstrafik finns inget fördefinierat sätt att ta hänsyn till sluttning mellan spår och planområde. I detta fall är det rimligt att anta att en kraftig urspårning längs med sträckan mellan Rågsved och Hagsätra skulle kunna medföra att tunnelbanevagn kanar ut för slänten och ned mot planområdet. Beroende på hur urspårningen uppkommer skulle detta kunna ske antingen genom att tunnelbanan kanar med fronten först ned för sluttningen, alternativt att den hamnar med sidan först och välter/rullar ned för sluttningen. Oavsett scenario skulle tunnelbanan på vägen ned krocka med flertalet större träd som kan bidra till att stoppa, bromsa upp, alternativt dirigera om rörelseriktningen.

Med utgångspunkt i ovanstående bedömer WSP att tunnelbanan inte utgör en oacceptabel risk för detaljplanen. Nedan summeras de huvudsakliga argumenten för detta:

- Frekvensen för en urspårning av tunnelbanan bedöms vara låg. I anslutning till planområdet finns inga växlar eller plankorsningar och spåret har endast en mycket lätt kurva.
- Även om en tunnelbanevagn spårar ur i anslutning till planområdet är sannolikheten att den spårar ur så kraftigt att den ger sig ut för slänten ned mot planområdet låg. Mellan närmsta spår och slänten är det cirka 10 meter, mellan bortersta spår och slänten är det cirka 14 meter. På vissa partier finns naturliga urspårningsskydd i form av uppstickande berg.
- I den händelse att tunnelbana spårar ur, tar sig fram till slänten och fortsätter ned för slänten bedöms släntens beskaffenhet med mycket ojämn mark och flertalet stora/grova träd ytterligare reducera sannolikheten för att urspårad vagn når ända fram till planområdet. Det troliga scenariot bedöms i så fall bli att vagnen stannar någonstans i terrängen.
- Ett scenario där tunnelbanan spårar ur och fortsätter ned för slänten skulle med största sannolikhet medföra att flertalet människor skadas eller omkommer. Majoriteten av dessa människor bedöms utgöras av passagerare på tåget. Det går dock inte att utesluta att personer som befinner sig inom planområdet skulle drabbas.
- Om tunnelbanan ändå skulle kana nedför slänten bedöms det inte sannolikt att den skulle fortsätta hela vägen fram till drivmedelsstationen.

³ International union of railways

4.3 ST1 AUTOMATSTATION MED BENSIN, DIESEL OCH E85

Den kvalitativa riskbedömningen kommer dels att utgå från de regelsamlingar som omfattar olika typer av drivmedelsstationer och dels ifrån logiska resonemang baserade på erfarenhet från tidigare liknande projekt. Det bör noteras att riskbedömningen för automatstationen nedan utförs övergripande och utifrån ett detaljplaneperspektiv. Den ersätter inte de riskbedömningar som ska upprättas av verksamhetsutövaren i samband med tillståndsansökan enligt Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE).

För att bedöma möjlig påverkan på planområdet, samt eventuellt behov av vidare riskhantering, genomförs en översiktlig kvalitativ uppskattning av riskbilden förknippad med drivmedelsstationer. Riskuppskattningen utgår från planområdets olika attribut och tar avstamp i MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* [2] samt i länsstyrelsen i Stockholms dokument *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* [3].

4.3.1 Kravbild

Utgångspunkten är de avståndskrav som listas i MSB:s handbok [2] och som tar hänsyn till de typer av olyckshändelser som förknippas med drivmedelsstationer. Detta kompletteras med en övergripande bedömning av befintliga avstånd samt kvalitativa resonemang genom erfarenheter och resultat från liknande projekt.

Nedanstående riktvärden för avstånd är hämtade ur MSB:s handbok [2] och utgår från cistern under jord med brandfarlig vätska klass 1. Tabellen visar vilka avstånd (meter) som bör säkerställas och objekten som redovisas nedan har valts ut utifrån bedömning av ny snabbmatsrestaurang intill befintlig drivmedelsstation.

Tabell 5. Avståndskrav inom och runt om drivmedelsanläggning.

Objekt	Påfyllningsanslutning till cistern	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Cisternavluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas ¹	25	18	6	12
Starkt trafikerad väg	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Miljöstation	12	12	3	12

1. Bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats

Länsstyrelsen i Stockholms dokument *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* [3] rekommenderar följande för fysisk utformning kring bensinstationer. Det ska särskilt påpekas att denna riskbedömning endast beaktar olycksrisken förknippad med brandfarliga vätskor. Länsstyrelsen i Stockholms dokument lägger även stor vikt vid störningar i form av buller, ljus, lukt och höga halter av kolväten och kväveoxider som förekommer i anslutning till bensinstationer. Det förutsätts att dessa faktorer hanteras på annat vis.

- Inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym ska alltid risksituationen och olägenheterna för människor och miljö analyseras och bedömas.
- Ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt bör ett minimiavstånd på 50 meter alltid hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (exempelvis uteservering, lekplats m.m.).
- Personintensiva verksamheter bör inte lokaliseras närmare än 50 meter från en bensinstation om de ska inrymma människor som kan ha svårt att snabbt genomföra en utrymning men också med hänsyn till luftföroreningarnas långsiktiga påverkan på människor.
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
 - Tankfordonets lossningsplats.
 - Avluftningsanordningar från bensincistern.
 - Tankställe där fordon tankas (pump).

I nedanstående stycke görs en kvalitativ riskbedömning av automatstationen. Inget platsbesök har genomförts inom ramen för uppdraget. Avstånd och omgivningsfaktorer har således uppskattats utifrån kartstudier.

Baserat på MSB:s handbok bör riskbedömningen utgå från lossningsplatsen för tankfordon. På denna plats bedöms både sannolikheten för och konsekvensen av en större olycka på en drivmedelsstation vara som störst. Detta stämmer även väl överens med Tabell 5 som anger att det längsta avståndet skall säkerställas mellan byggnader och just lossningsplats för tankstation.

4.3.2 Bedömning

Baserat på avstånd uppmätta i förslaget till situationsplan uppfylls avståndskraven enligt MSB:s handbok [2] med god marginal.

Tabell 6. Avståndskrav (vit kolumn) och uppmätta avstånd (grön kolumn) enligt situationsplan. Pejlförskruvning och cisternavluftningens mynning är samlokaliserade med påfyllningsanslutningen.

Objekt	Påfyllningsanslutning till cistern		Mätarskåp		Pejlförskruvning	Cisternavluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas ¹	25	38	18	21	6	12
Starkt trafikerad väg	3	30 ²	3	33 ²	3	3
Parkeringsplatser	6	20	3	15	3	6
Miljöstation	12	39 ³	12	22	3	12

1. Bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats
2. Rågsvedsvägen
3. Sophämtning

Samtidigt som Tabell 6 visar att avståndskrav enligt MSB:s handbok uppfylls, indikerar den även att avståndskrav enligt länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer inte uppfylls. Uteserveringen hamnar inom 50 meter från lossningsplatsen (38 meter) respektive inom 25 meter från närmsta mätarskåp (21 meter).

I länsstyrelsens riktlinjer [3] diskuteras att det kan finnas starka intressen i centrala och mer tätbebyggda områden i Stockholmsregionen att uppföra ny bebyggelse inom skyddsavståndet till drivmedelsstation. När denna situation uppkommer krävs en fördjupad analys och att avsteg från rekommendationerna alltid motiveras.

Bedömning görs från fall till fall. Bedömningen beror bland annat på följande faktorer:

- Typ av bebyggelse
- Bensinstationens utformning och försäljningsvolym
- Utformning av bebyggelsen
- Möjliga alternativa lösningar
- Landskapsutformning
- Tekniska åtgärder
- Räddningstjänstens insatsmöjligheter

De punkter ovan som bedöms vara aktuella för det specifika planförslaget diskuteras mer ingående nedan (kursiv text är hämtad från länsstyrelsens riktlinjer [3]):

Bensinstationens utformning och försäljningsvolym

Avståndet till avluftningsrör, tankställe där fordon tankas, tankbilens uppställningsplats och lossningsställe samt stationens omsättning av bränsle/antal leveranser påverkar bedömningen. Även trafiksituationen för tankfordonen vid lossningstillfället bör beaktas. Genom att placera riskkällorna inom bensinstationens område så långt bort från den planerade bebyggelsen som möjligt kan tillräckligt skyddsavstånd erhållas. Strålningsintensiteten från brand i bensinpöl kan minskas om spillytan kan begränsas t.ex. genom invallning av lossningsplatsen.

I detta fall rör det sig om cirka två drivmedelsleveranser per vecka och transporten sker med dragbil med släp. Tänkt körväg för drivmedelsleverans visas i Figur 2. St1 har provkört på platsen tillsammans med tankbilsföretaget och kontrollerat så att tankbilen kan vända så som planerat (vilken den enligt uppgift kan, även om det är något trångt). Tankbilen rundar skärmtaket och pumparna innan den parkerar vid lossningsplatsen och kommer således att kunna lämna platsen utan att behöva backa. Lossningsplatsen kommer att flyttas från dagens placering (i fastighetsgräns mot LIDL) till att lokaliseras så långt ifrån (38 meter) snabbmatsrestaurangen som möjligt.

En nackdel med fastighetens utformning är att det är något trångt för drivmedelsleveransen att vända. En fördel med detta är dock att hastigheten per automatik kommer att vara mycket låg.

Trafiksituationen för tankfordonet vid lossningstillfället bedöms vara god. De enda bilar som bör befinna sig inom fastigheten är de som anländer till eller lämnar snabbmatsrestaurangen. Hastigheten inom fastigheten bedöms bli låg medan uppsikten bedöms bli god. Bilar som passerar lossningsplatsen på infartsvägen till LIDL kommer att vara separerade från drivmedelstransporten med en gräsrefug. WSP rekommenderar att denna förstärks med en hög kant eller liknande för att minska risken för påkörning.

WSP rekommenderar även att utfarten från drive-in förses med farthinder (vägbula eller liknande) för att sänka farten på bilar som kör runt hörnet i den händelse att drivmedelstransport håller på att vända, se Figur 12.

Utformningen av bebyggelsen

Ytorna i bebyggelsen kan lokaliseras på ett sådant sätt att utrymningsvägar, personintensiva utrymmen, boningsrum och fasad med stora fönsterytor vänds från riskkällan.

Det skall tillses att snabbmatsrestaurangen är försedd med utrymningsvägar för att möjliggöra utrymning bort från drivmedelsstationen samt Huddingevägen, dvs. mot slutningen bakom fastigheten. Det skall även säkerställas att personer på uteserveringen kan utrymma åt samma håll.

Landskapsutformning

Terrängförhållanden, topografi, tät vegetation, höjdskillnader, markens lutning mellan bensinstationen och det planerade området kan utgöra ett visst skydd och begränsa konsekvenserna av en olycka.

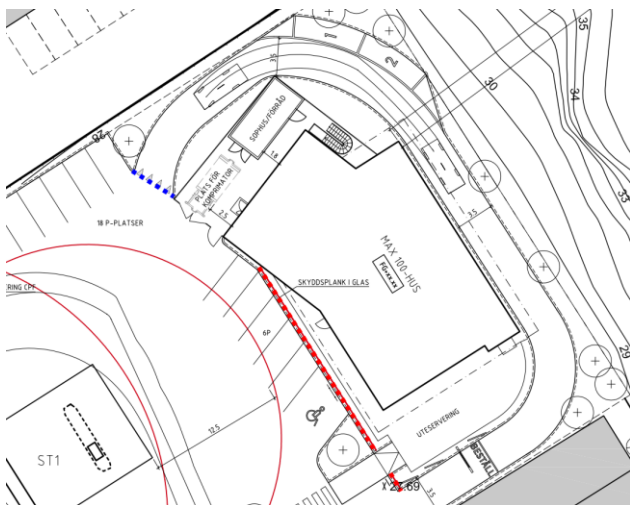
I samband med flytten av lossningsplatsen kommer ny spillzon med oljeavskiljare att konstrueras. Hela ytan kring pumpar och lossningsplats skall konstrueras så att ett större drivmedelsläckage förhindras att rinna mot snabbmatsrestaurangen.

Tekniska åtgärder

Genom att ha förstärkt väggkonstruktion, brandtålig fasad och förstärkta fönster med så små ytor som möjligt kan fasaden mot riskkällan stå emot brandpåverkan och explosionspåverkan bättre. Ventilationen kan förses med nödbrytare och luftintaget placeras bort från riskkällan. Det kan även finnas åtgärder som minskar utsläppen av kolväten till luft.

Snabbmatsrestaurangen skall förses med avstängningsbar ventilation som kan manövreras av personalen. Detta i kombination med att luftintaget placeras bort från riskkällorna (Huddingevägen respektive drivmedelsstationen) kan reducera mängden brandgas som kommer in i byggnaden i händelse av olycka.

WSP har även i samråd med Max Burgers tagit fram ett förslag om att placera ett skyddsplank, utformat som brandklassat glas ovanpå en lägre skyddsmur, längs den del av uteserveringens perimeter som vetter mot drivmedelsstationen. Skyddsplanket skall vara minst två meter högt och utföras i lägst klass EW 30. Denna åtgärd bedöms tillräcklig för att skydda personer på uteserveringen i ett initialt skede av en olycka som medför pölbrand inom drivmedelsstationen. Erforderlig höjd på skydd runt uteserveringen överensstämmer med kravställd utformning för liknande etableringar längs med farligt gods-leder.



Figur 12. Förslag till riskreducerande åtgärder. Föreslagen plats för farthinder markeras med blå streckad linje. Föreslagen plats för skyddsplank i brandklassat glas markeras med röd streckad linje.

5 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [22], 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. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras.

Åtgärderna kan antingen vara sannolikhetsreducerande eller konsekvensbegränsande. I samband med fysisk planering är det utifrån Plan- och bygglagen svårt att reglera sannolikhetsreducerande åtgärder, eftersom riskkällorna och åtgärderna i regel är lokaliserade utanför området, eller regleras med andra lagstiftningar. De åtgärder som föreslås kommer därför i första hand vara av konsekvensbegränsande art. Åtgärdernas lämplighet och riskreducerande effekt baserar sig i huvudsak på bedömningar gjorda i *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [22]. De åtgärder som bedöms lämpliga att genomföra givet projektets förutsättningar och uppskattade risknivåer presenteras och diskuteras nedan. Observera att avsnittet utgör ett diskussions- och beslutsunderlag för vidare planering och således inte har formulerats som konkreta planbestämmelser.

De rekommenderade åtgärderna baseras på de risknivåer som genereras av Huddingevägen och presenteras i styckena 4.1.1 och 4.1.2, dvs. att individrisken ligger inom ALARP-området fram till 27 meter från Huddingevägen. Efter 27 meter sjunker individrisknivån kraftigt och ligger därefter inom acceptabla nivåer. Beräkningarna indikerar även att samhällsrisknivån ligger inom acceptabla risknivåer.

De rekommenderade åtgärderna utgår även från den sammanfattande kvalitativa riskbedömningen av drivmedelsstationen, där avståndskraven utifrån MSB:s handbok [2] uppfylls med god marginal men där avståndskraven enligt länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer [3] inte uppfylls.

Utifrån den kvalitativa riskbedömningen av tunnelbanan bedöms inga riskreducerande åtgärder vara rimliga att införa.

5.1 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER UTIFRÅN LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJER GÄLLANDE NÄRHET TILL FARLIGT GODS-LED

Länsstyrelsen i Stockholm anger i sina riktlinjer [1] att det är svårt att göra en allmängiltig vägledning för sekundära transportleder eftersom riskbilden kan variera väldigt mycket mellan olika leder – både beträffande sannolikheten för en olycka med farligt gods samt vilka konsekvenser som kan inträffa.

Länsstyrelsen anser att det, för de flesta sekundära leder, behöver finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter mellan vägen och markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K). I en del fall kommer det vara möjligt att bygga närmare än 25 meter, även om det sannolikt inte blir aktuellt med ett skyddsavstånd på mindre än 15-20 meter. Detta gäller i de fall där det går få transporter och/eller där de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

Med utgångspunkt i uppskattade risknivåer samt befintliga skyddsavstånd till planområde respektive till planerad bebyggelse (avståndet mellan aktuellt planområde och Huddingevägen är cirka 45 meter och avståndet mellan restaurangen och Huddingevägen planeras bli cirka 90 meter) bedöms inga riskreducerande åtgärder krävas utifrån länsstyrelsens riktlinjer gällande närhet till farligt gods-led.

5.2 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER UTIFRÅN LÄNSSTYRELSENS RIKTLINJER GÄLLANDE NÄRHET TILL DRIVMEDELSSTATION

Samtliga åtgärder är inte lämpliga att reglera i en detaljplan, utan beaktas först i senare skede. Där inget annat nämns nedan, anses åtgärderna, enligt Boverkets skrift, vara lämpliga att reglera i detaljplan.

5.2.1 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.

I detta fall ska de skyddsavstånd som arbetats fram genom inplaceringsskissen bibehållas då de har optimerats utifrån förekommande riskkällor i kombination med lokala förutsättningar. Om inplaceringsskissen ändras (dvs. om inbördes avstånd mellan påfyllningsanslutning, mätarskåp, restaurangbyggnad och/eller uteservering ändras) behöver riskbedömningen eventuellt revideras.

5.2.2 Barriär

Syftet med barriärer av olika slag är att avskärma skyddsvärda objekt, exempelvis byggnader och människor, från riskkällor. Barriären kan exempelvis förhindra avåknings, spridning av vätskepölar samt värmestrålning. Följande barriäråtgärder föreslås:

- Bilar som passerar lossningsplatsen på infartsvägen till LIDL kommer att vara separerade från drivmedelstransporten med en gräsrefug. WSP rekommenderar att denna förstärks med en hög kant, betongsuggor eller liknande för att minska sannolikheten för påkörning av tankfordon av andra fordon. Detta i sin tur minskar sannolikheten för uppkomst av drivmedelsläckage och i förlängningen sannolikheten för uppkomst av pölbrand.
- Skyddsplank utformat som brandklassat glas ovanpå en lägre skyddsmur placerad längs den del av uteserveringens perimeter som vetter mot drivmedelsstationen. Skyddsplanket skall vara minst två meter högt och utföras i lägst klass EW 30. Denna åtgärd bedöms tillräcklig för att skydda personer på uteserveringen i ett initialt skede av en olycka som medför pölbrand inom drivmedelsstationen.

5.2.3 Disposition av byggnad

Åtgärden innebär disposition av lokaler i en byggnad för att uppnå ett skydd mot olyckor. Utrymningsvägar bör förläggas så att de inte mynnar mot riskkällan.

Det skall tillses att snabbmatsrestaurangen är försedd med utrymningsvägar för att möjliggöra utrymning bort från drivmedelsstationen dvs. mot slutningen bakom fastigheten, vilket även innebär att utrymning bort från Huddingevägen möjliggörs. Det skall även säkerställas att personer på uteserveringen kan utrymma åt samma håll.

5.2.4 Placering av friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras högt på oexponerad sida, vanligen bort från riskkällan. Syftet med åtgärden är att minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet. Åtgärden minskar konsekvensen för personer som vistas inomhus vid utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser. Åtgärdens effekt minskar om det finns andra öppningar i fasad, som fönster och dörrar. Åtgärden kan vara lämplig att reglera i detaljplan om den är projektanpassad.

Snabbmatsrestaurangen skall förses med avstängningsbar ventilation som kan manövreras av personalen. Detta i kombination med att luftintaget placeras bort från drivmedelsstationen kan reducera mängden brandgas som kommer in i byggnaden i händelse av olycka. Åtgärden kommer även att fungera vid olycka på Huddingevägen.

5.2.5 Övriga åtgärder

Följande övriga åtgärder bedöms vara effektiva och rimliga i relation till de olycksscenarier som bedöms kunna inträffa på drivmedelsstationen:

- Utfarten från drive-in förses med farthinder (vägbula eller liknande) för att sänka farten på bilar som kör runt hörnet i den händelse att drivmedelstransport håller på att vända. Detta kan även motverka olyckor där bil på väg ut från drive-in kör på personer i anslutning till bilar som parkerat vid restaurangen.
- I samband med flytten av lossningsplatsen kommer ny spillzon med oljeavskiljare att konstrueras. Hela ytan kring pumpar och lossningsplats skall konstrueras så att ett större drivmedelsläckage förhindras att rinna mot snabbmatsrestaurangen.

6 DISKUSSION

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
- Farligt gods-transporter förbi planområdet
- Schablonmodeller som har använts vid sannolikhetsberäkningar
- Antal personer som förväntas omkomma vid respektive skadesscenario

De antaganden som har gjorts har generellt varit konservativa så att risknivån inom området inte ska underskattas. 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. [23]

Det finns flera skäl till varför systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande riskerna med farligt gods. Användning av riskanalysmetoder av den typ som presenteras i VTI Rapport 389:1 och som använts i detta projekt innebär att befintlig kunskap insamlas, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som ligger till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, transportörer och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger transporter av farligt gods i samhället. [23]

Det är ovanligt att ha tillgång till uppmätta siffror för vägtransport av farligt gods på en specifik transportled. Den vanligaste metoden vid riskbedömning är därför att antingen utgå från det nationella snittet, alternativt att uppskatta mängden och fördelningen utifrån verksamheter i närområdet. I detta fall har en mätning av farligt gods-transporter genomförts i en punkt på Huddingeleden i närheten av planområdet. Även om den statistiken är från år 2015 och baseras på en mätperiod på en månad så bedöms den vara en betydligt bättre representation av verkligheten (jämfört med att tillämpa den nationella statistiken som beaktar all transport av farligt gods i Sverige, även på primära farligt gods leder). Det är naturligt att resultaten skiljer sig markant vid uppskattning av individrisk och samhällsrisk med det nationella snittet som indata, jämfört med de uppmätta värdena för vägen. Detta då det nationella snittet både medför en kraftig ökning av antalet transporter samt förekomsten av fler farligt gods-klasser. Det förefaller orimligt konservativt att dimensionera efter beräkningsresultaten från det nationella snittet. Men det ska samtidigt påpekas att detta, på grund av det stora inneboende skyddsavståndet samt resultatet från riskbedömningen av drivmedelsstationen, troligtvis ändå inte hade medfört ytterligare krav på åtgärder utöver vad som redan föreslås i denna rapport.

Gällande den kvalitativa riskbedömningen av tunnelbanan råder osäkerhet dels kring en tunnelbanas beteende vid urspårning jämfört med ett persontåg på järnvägen, dels kring hur tunnelbanevagnarna skulle påverkas av släntens beskaffenhet vid en kraftig urspårning. Riskbedömningen i detta fall utgörs av kvalitativa resonemang kombinerat med ingenjörsmässiga bedömningar och slutsatsen är att riskpåverkan på planområdet inte bedöms vara oacceptabel. Denna bedömning ligger även nära till hands då tunnelbanans placering rimligtvis bedömts vara acceptabel för passagerarna på tunnelbanelinjen (vilka antas vara de personer som skulle drabbas i störst utsträckning vid en katastrofal urspårning). Det bedöms inte finnas några rimliga riskreducerande åtgärder inom planområdet som skulle vara effektiva för att reducera konsekvenserna av en urspårning där tunnelbanan kommer ned för slänten. Om det ändå skulle bedömas finnas ett behov av riskreducerande åtgärder bedöms åtgärder i spårnivå (exempelvis urspårningsräl eller skyddsmur) vara mest effektiva. Dessa åtgärder ligger dock utanför planområdet och kan inte föreskrivas i detaljplanen. Om det i kommande skeden av projektet bedöms föreligga ett behov av att utreda urspårningsrisken för tunnelbanan vidare kan en väg framåt vara att genomföra en händelseträdsanalys i kombination med befintliga beräkningsverktyg för tågurspårningar.

7 SLUTSATSER

Resultatet av genomförd riskbedömning visar att detaljplanen bedöms vara lämplig ur riskhänseende med utgångspunkt i närhet till sekundär transportled för farligt gods, tunnelbana och drivmedelsstation. Utifrån riskbedömningen av närhet till drivmedelsstation föreslås dock ett antal riskreducerande åtgärder med anledning av att avståndskrav enligt länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer inte uppfylls i samtliga punkter.

Rekommenderade åtgärder utifrån riskbedömningens resultat (lämpliga att reglera i detaljplan) listas nedan:

- De skyddsavstånd som arbetats fram genom inplaceringsskissen bibehålls (dvs. inbördes avstånd mellan påfyllningsanslutning, mätarskåp, restaurangbyggnad och uteservering).
- Gräsrefug vid lossningsplats förstärks med en hög kant, betongsuggor eller liknande.
- Skyddsplank utformat som brandklassat glas (EW 30) ovanpå en lägre skyddsmur placeras längs den del av uteserveringens perimeter som vetter mot drivmedelsstationen.
- Snabbmatsrestaurangen förses med utrymningsvägar som vetter bort från drivmedelsstationen. Det skall även säkerställas att personer på uteserveringen kan utrymma åt samma håll.
- Snabbmatsrestaurangen förses med avstängningsbar ventilation.
- Luftintag till ventilation placeras bort från drivmedelsstationen.
- Utfarten från drive-in förses med farthinder (vägbula eller liknande).
- Hela ytan kring pumpar och lossningsplats skall konstrueras så att ett större drivmedelsläckage förhindras att rinna mot snabbmatsrestaurangen.

BILAGA A. METOD FÖR RISKHANTERING

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

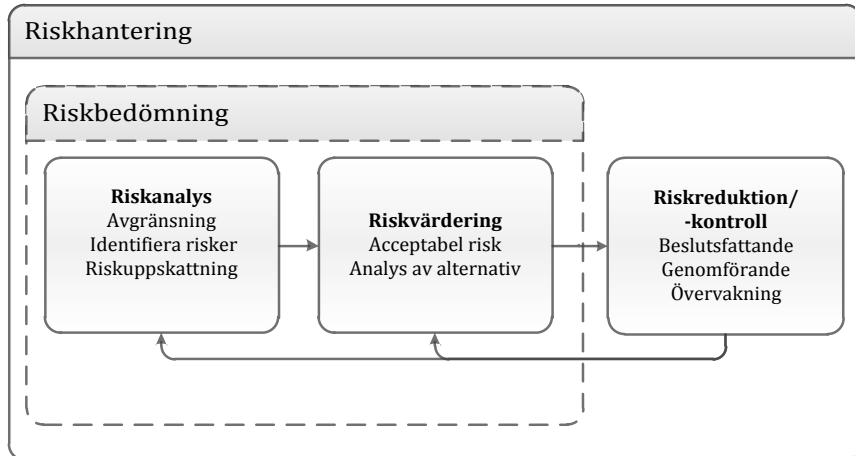
A.1. BEGREPP OCH DEFINITIONER

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 [24] [25], riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 13.

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 13. 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.

A.2. RISKANALYSMETODER

Vad gäller riskanalysmetoder skiljer man ofta på kvalitativa, semi-kvantitativa och kvantitativa metoder enligt nedan:

I **kvalitativa metoder** används beskrivningar av typen stor, mellan eller liten. Eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra, görs inget försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall [26]. Inom de kvalitativa metoderna ryms även logiska resonemang.

De **semi-kvantitativa metoderna** är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ [26].

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis förväntat antal omkomna per år [27]. Kvantitativa metoder för riskanalys relaterat till transport av farligt gods innefattar ofta uppskattning av riskmått individrisk och samhällsrisk.

BILAGA B. STATISTISKT UNDERLAG

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

B.1. BERÄKNING AV OLYCKSFREKVENSENS

I Räddningsverkets (nuv. MSB) rapport Farligt gods – riskbedömning vid transport [19] 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 [28] och den beskrivna metoden benämns VTI-modellen. VTI-modellen analyserar och kvantifierar sannolikheter för olycksscenarioer med transport av farligt gods mot bakgrund av svenska förhållanden. Vid uppskattning av frekvensen för farligt gods-olycka på en specifik vägsträcka kan två olika metoder användas. Antingen kan en olyckskvot uppskattas utifrån specifik olycksstatistik för sträckan, eller utifrån nationell statistik över liknande vägsträckor. I denna riskanalys används det första av dessa alternativ. Olyckskvotens storlek beror på ett antal faktorer såsom vägtyp, hastighetsgräns, siktförhållanden samt vägens utformning och sträckning.

Generellt gäller att vägtypen 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 7. Som underlag för beräkningarna av den förväntade frekvensen för trafikolycka respektive farligt gods-olycka används trafikflödet från år 2017 i grundberäkningen. Prognos för transportflödet år 2060 har använts i en känslighetsanalys, se vidare i Bilaga E.

$$Olyckor_{Total}(O) = \dot{A}DT_{Total} \cdot 365 \cdot Sträcka(km) \cdot OK$$

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

Tabell 7. Indata till frekvensberäkning för farligt gods-olycka enligt Farligt gods – riskbedömning vid transport.

Indataparameter	Grundberäkning
$\dot{A}DT_{total}$	43 000 stycken [15]
$\dot{A}DT_{FG}$	24 ⁴ stycken
Hastighetsgräns	70 km/h
Olyckskvot (OK)	0,60
Andel Singelolyckor (SiO)	0,30
Index	0,13
Frekvens FG-olycka	$8,90 \cdot 10^{-3}$ per år

⁴ $\dot{A}DT$ för tunga fordon var 4 800 [15], och endast 0,5 % av lastbilstransporterna utgjordes av farligt gods [6]. Detta ger $\dot{A}DT$ för lastbilar med farligt gods till $4 800 \cdot 0,5 \% = 24$.

B.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 [29] 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 8 nedan redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid olycka.

Tabell 8. 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 [29].	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 [30].
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.
---------	---------------------------------------	--	--

Trafikverket genomförde under 2015 mätningar av farligt gods-transporter på väg på cirka 15 olika platser i Stockholmsregionen. [6] En av dessa mätpunkter var på Huddingevägen, cirka 400 meter norr om planområdet. Värderna från denna mätning har använts som indata till grundberäkningen i den kvantitativa riskbedömningen.

I en av känslighetsanalyserna användes nationell statistik från år 2015, sett till all godstrafik på väg utgjorde cirka 5,1 % av lastbilstransporterna transport av farligt gods under detta år [17], se vidare i Bilaga E. Detta kan jämföras med mätningen på Huddingevägen där endast 0,5 % av lastbilstransporterna utgjordes av farligt gods. [6]

I Tabell 11 visas fördelning mellan de olika farligt gods-klasserna som har använts i grundberäkningen från mätningen på Huddingevägen i oktober 2015.

Tabell 9. Antalet farligt gods-transporter samt fördelning mellan ADR-S klasserna.

Grundberäkning	
ÅDT _{FG}	24 ⁴ stycken
ADR-S klass 1	0,00 %
ADR-S klass 2.1	1,06 %
ADR-S klass 2.3	0,01 %
ADR-S klass 3	51,30 %
ADR-S klass 5	0,00 %
ADR-S övriga	47,63 %

BILAGA C. FREKVENSBERÄKNINGAR

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.

C.1. ADR-S KLAS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN OCH FÖREMÅL

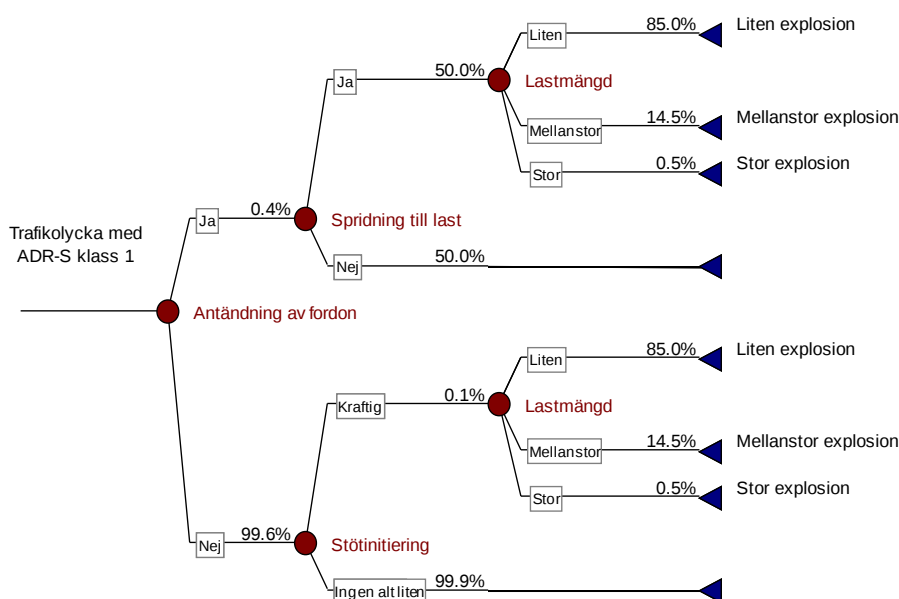
ADR-S klass 1 omfattar explosiva ämnen, pyrotekniska satser och explosiva föremål [29]. Dessa inkluderar exempelvis sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier. Samtliga dessa varor kan genom kemisk reaktion alstra sådan temperatur och sådant tryck att de kan skada eller påverka omgivningen 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.

C.1.1 *Transporterad mängd*

Beroende på explosivämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper är de indelade i riskgrupper (1.1-1.6). Enligt Räddningsverket (nuvarande MSB) [31] utgörs 80-90 % av de transporter som sker med explosiva ämnen av riskgrupp 1.1 (ämnen och föremål med risk för massexlosion). 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 massexpllosiva varor som får transporteras på väg är 16 ton, men de flesta transporter innefattar endast små nettomängder av massexpllosiva varor.

C.1.2 *Händelseträd med sannolikheter*

Figur 14 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 14. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 1.

C.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 [32]. Enligt svensk statistik är sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna cirka 0,4 % [33] [34].

C.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 [35], 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 insattiden 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 [36], att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.

C.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 [37]. Det saknas dock kunskap om hur stort krockvåld som behövs för att initiera detonation i det fraktade godset. HMSO [38] 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 %.

C.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 [39] [40].

Statistik från Räddningsverket (nuvarande MSB) [41] 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 [42]. Övriga transporter utgörs av mindre mängder. Fördelningen mellan viktklasserna uppgår enligt Polisens [43] tillståndsavdelning till 0,50; 0,35; 0,10 respektive 0,05. Utifrån dessa uppgifter antas fördelningen enligt Tabell 10, för lastmängder av explosiva ämnen.

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

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

C.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) [29]. 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.

C.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 giftiga⁵. Brandfarliga gaser är ofta luktfria [44]. 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 [36].

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.

C.2.1.1. GASLÄCKAGE

Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed större tålighet [45]. 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 [19].

C.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 [19] 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 % [19].

C.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

⁵ 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.

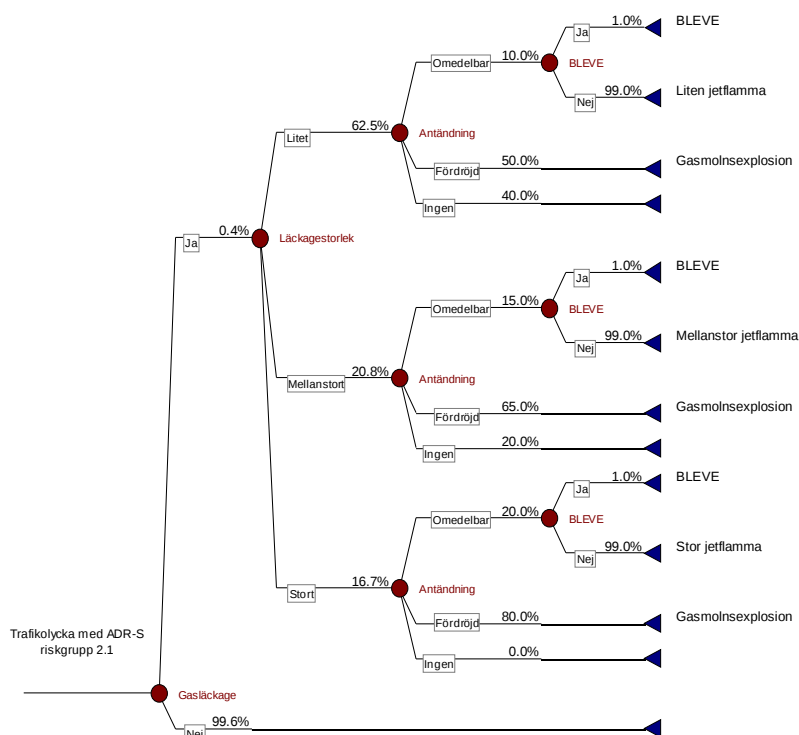
uppstår, medan en fördröjd antändning kan innebära att en gasmolnsexplosion inträffar. För ett utsläpp som är mindre än 1500 kg anges sannolikheterna för direkt antändning, fördröjd antändning och ingen antändning vara 10 %, 50 % respektive 40 % [46], varför dessa värden kan antas gälla för *litet* läckage. 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 %.

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

C.2.2 Händelseträd med sannolikheter

Figur 15 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med brandfarlig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 15. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.1.

C.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.

C.2.3.1. REPRESENTATIVT ÄMNE

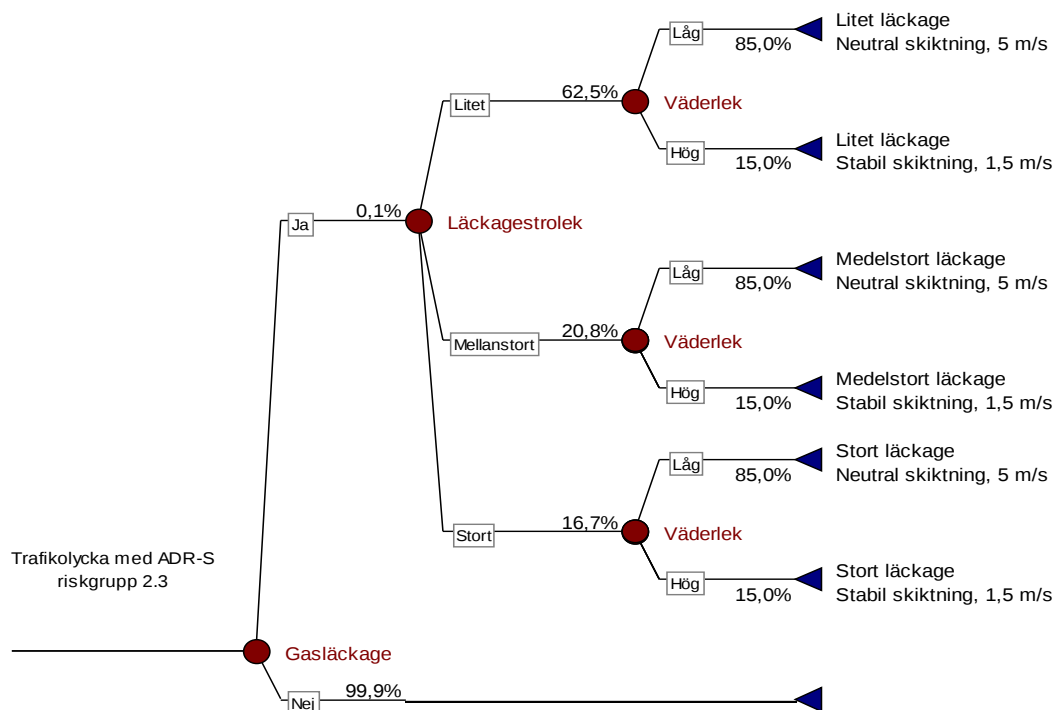
Svaveldioxid är den mest toxiska gas som transporteras på väg, varför ett konservativt antagande i att detta denna utgör dimensionerande ämne ansätts genomgående.

C.2.3.2. TOXIKOLOGISKA 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 LC_{50} som dimensionerande gränsvärde. LC_{50} 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 %.

C.2.4 Händelseträd med sannolikheter

Figur 16 redovisar sannolikheterna i händelseträdets som används för en olycka som involverar ett fordon med giftig gas. Dessa sannolikheter motiveras i efterföljande text.



Figur 16. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 2.3.

C.2.4.1. GASLÄCKAGE

Sannolikheten att en olycka med farligt gods leder till läckage varierar beroende på bebyggelse, hastighetsgräns och vägtyp [19]. Gaser transporteras i regel under tryck i tankar med större tjocklek och därmed tålighet [45]. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset därför sänks till 1/30 [19].

C.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 % [19].

C.2.4.3. VÄDERLEK

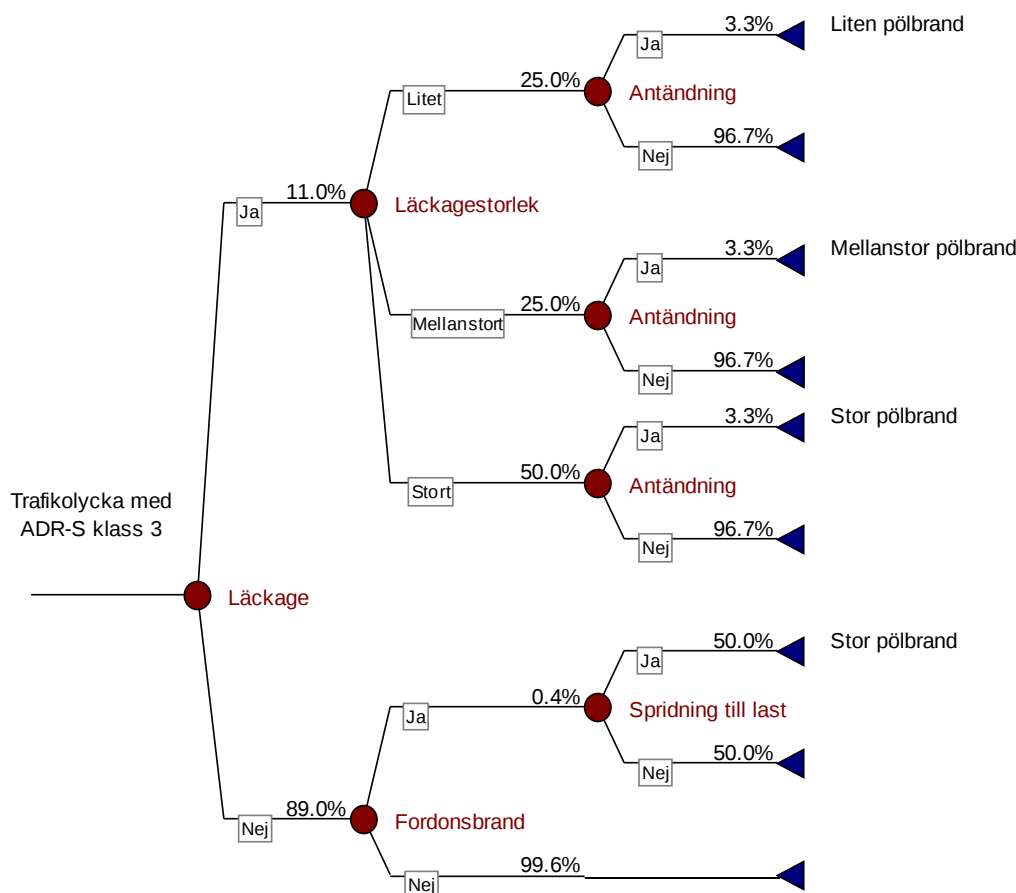
Gasspridning utomhus beror i stort av rådande väderlek där stabilitetsklass och vindhastighet har stor inverkan på resultatet. För att differentiera hur påverkan varierar med dessa parametrar varierar gasspridning i sex scenarier med olika förutsättningar, där ovan nämnda källstyrkor simuleras vid två 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 %.

C.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.

C.3.1 Händelseträdd med sannolikheter

Figur 17 redovisar sannolikheterna givet att en olycka skett med ett fordon lastat med brandfarlig vätska. Dessa sannolikheter motiveras i texten.



Figur 17. Händelseträd med sannolikheter för ADR-S klass 3. Sannolikhet för läckage regleras av index, se Tabell 4

C.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 7.

C.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 [47] [48]. Vid läckage från tankbil med släp fastställs sannolikheten för ett litet, mellanstort och stort läckage vara 25 %, 25 % respektive 50 % [19]. De olika läckagen definieras utifrån vilken pölstorlek som de ger upphov till: 50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*).

C.3.1.3. ANTÄNDNING

Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3 [49]. 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 % [38].

C.3.1.4. FORDONSBRAND

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

C.4. ADR-S KLAS 5 – OXIDERANDE ÄMNEN OCH ORGANISKA PEROXIDER

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

C.4.1 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.1

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen, samt i vissa fall detonera [29].

Ett vanligt förekommande ämne är ammoniumnitrat (AN) som ingår i många gödningsmedel och tillhör riskgrupp 5.1. Ammoniumnitrat kan i samband med vissa omständigheter sönderfalla explosivt genom detonation. Detta kan ske genom ett brandförlopp där ämnet är inneslutet och värms upp under tryckuppbyggnad, eller om det blandas med organiskt material [50]. Baserat på uppgifter från Yara i Köping [51] och FOI [52] kan en detonation uppstå om ammoniumnitrat blandas med ett flytande organiskt material såsom diesel, bensin, vegetabiliska oljor, eller om ett annat explosivämne detonerar i eller i kontakt med ammoniumnitratmassan. För att en blandning mellan ammoniumnitrat och organiskt material ska detonera krävs en homogen blandning samt tillförsel av tillräckligt stor energi. Natriumklorat är ett annat ämne som ingår i ADR-S riskgrupp 5.1 och har liknande egenskaper [53].

C.4.2 Allmänt om ADR-S riskgrupp 5.2

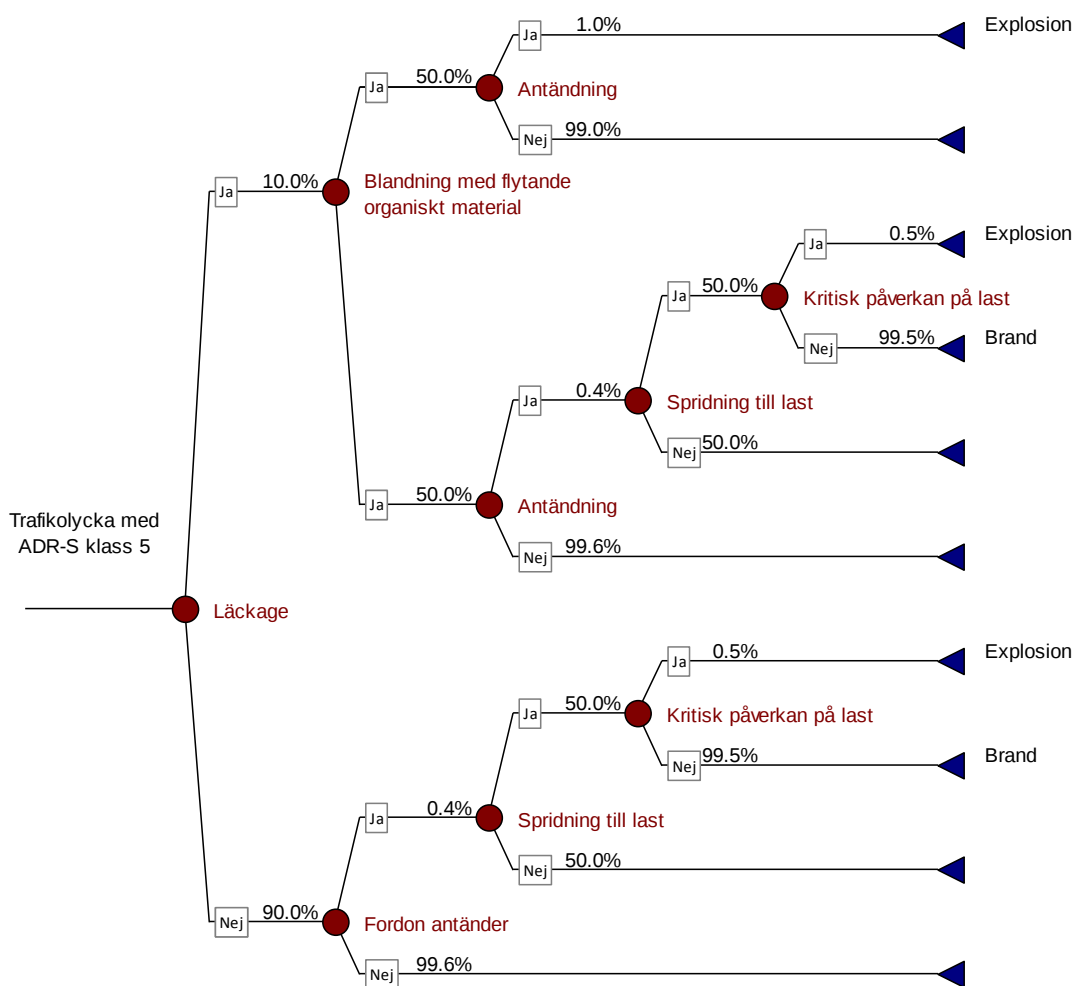
Organiska peroxider (ADR-S riskgrupp 5.2) karakteriseras av föreningar med instabila peroxidbindningar. Till följd av den kemiska strukturen är organiska peroxider mycket reaktiva, och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Sönderfallet kan initieras av så väl värme och friktion som kontakt med främmande ämne [44]. I de fall peroxiden är innesluten i behållare kan explosion med tryckvåg och splitter uppstå, men detta gäller endast för en av de sex typer av ämnen som finns i riskgruppen. De övriga fem typerna av ämnen bedöms inte kunna leda till ett explosionsartat förlopp.

C.4.2.1. TRANSPORTERADE MÄNGDER OCH REPRESENTATIVT ÄMNE

Enligt rekommendationer från Holländska myndigheter [54], bedöms ammoniumnitrat vara ett representativt ämne för hela ADR-S klass 5. Det är ett av de oxiderande ämnen som har störst oxiderande effekt och som transporteras mest frekvent och i störst mängd.

C.4.2.2. HÄNDELSETRÄD MED SANNOLIKHETER

Figur 18 redovisar ett händelsetråd som utvecklar förloppet efter att ett fordon lastat med ammoniumnitrat varit inblandat i en trafikolycka. De sannolikheter som anges i figuren motiveras i efterföljande textavsnitt.



Figur 18. Händelsesträd med sannolikheter för ADR-S klass 5.

C.4.2.3. LÄCKAGE

Sveriges enda producent av ammoniumnitrat utgörs i dagsläget av Yara AB i Köping. Ammoniumnitrat transporteras som prillade produkter (fasta korn), paketerade i säckar om 1000 kg. Transporterade mängder med bil omfattar ca 36 ton [55]. Säckarna utgörs av två lager, en tjock innersäck av plast samt en yttre av väv, vilka är sammansvetsade upp till. Då ett utsläpp endast bedöms kunna ske om säcken påverkas av ett vasst föremål eller av en stor tryckpåkning antas sannolikheten för utsläpp uppgå till 10 %. Detta bedöms som en konservativt vald siffra, och styrks av att utsläpp av ammoniumnitrat i samband med transportolycka inte förekommit på Yara under de 12 år som verksamheten har bedrivits.

C.4.2.4. BLANDNING MED FLYTANDE ORGANISKT MATERIAL

Antändning och sönderfall genom deflagration eller detonation kan ske i samband med en olycka som involverar ammoniumnitrat om det först blandas med ett organiskt flytande ämne såsom bensin. Idealt för att ett explosivt förlopp ska inträffa är att ammoniumnitraten blandas med bränslet homogent eller att de blandas under längre tid så att bränslet kan absorberas av ammoniumnitraten. Till följd av begränsat statistiskt underlag ansätts kontaminering av utsläppt ammoniumnitrat ske i 50 % av de fall olycka leder till utsläpp.

C.4.2.5. ANTÄNDNING AV BLANDNING

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

C.4.2.6. ANTÄNDNING AV OBLANDAT GODS

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

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

C.4.2.7. BRANDSPRIDNING TILL LASTEN

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

C.4.2.8. KRITISK PÅVERKAN PÅ LAST

För att brand ska initiera ett explosivt förlopp krävs att temperaturen överstiger 190°C [51]. Antändning av ammoniumnitrat/bränsleblandning kan övergå till ett självunderhållande sönderfall (som behandlats ovan) medan ren ammoniumnitrat är så stabil att ett eventuellt sönderfall upphör då värmekällan avlägsnas [50]. Baserat på detta bedöms explosiva förlopp initierade av brand vara relativt långsamma förlopp. Detta är något som även erhållen olycksstatistik kan styrka då det vid en majoritet av olyckorna anges brinntider på cirka 1-16 timmar innan detonation. Sannolikheten för att en brand som spridit sig till lasten påverkar denna så allvarligt att det leder till en explosion innan samtliga personer i omgivningen hunnit utrymma området bedöms vara lägre än vid antändning av blandning och ansätts till 0,5 %.

C.5. ACKUMULERAD OLYCKSPÅVERKAN

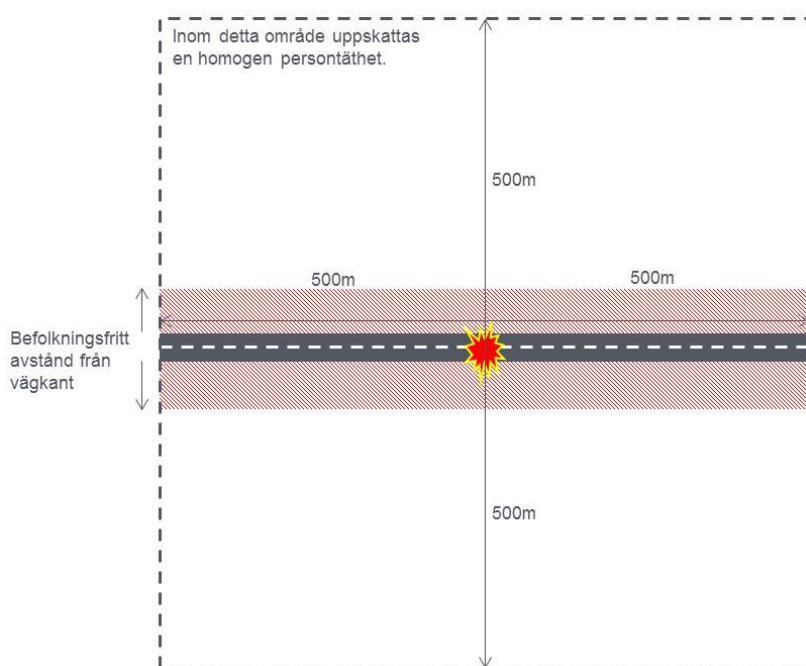
Grundfrekvensen för olyckorna gäller för 1 km vägsträcka, vilket får till följd att frekvensen måste justeras med hänsyn till hur stort konsekvensavstånd som varje olycksscenario ger upphov till.

BILAGA D. KONSEKVENSBERÄKNINGAR

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

D.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 km². Riskbedömningen grundar sig på att analysera olyckor med centrum i aktuell riskkälla samt åt 500 meter i vardera riktningen enligt Figur 19.



Figur 19. 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 till 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.

D.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 köriktningar 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.

D.3. ADR-S KLASS 1 – EXPLOSIVA ÄMNEN

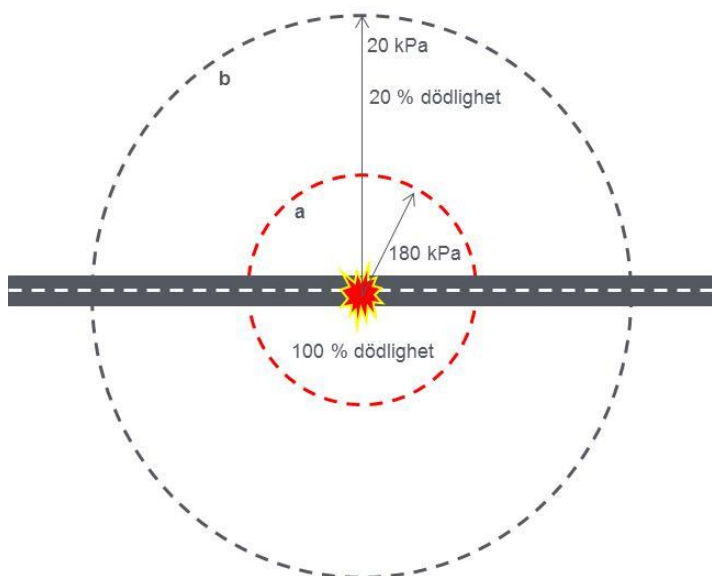
Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål (splitter) kastas mot människor (sekundära) [56].

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 [57]. 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.

Sammantaget 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 20.



Figur 20. Skadeverkan från en explosion har delats upp i två zoner, i vilka sannolikheten att omkomma är olika. Utifrån beräkningsgång i *Konsekvensanalys explosioner* [58] har avstånd, dit tryckvågen överstiger 180 respektive 20 kPa, tagits fram för de olika representativa dynamiska lastmängderna, vilka redovisas i

Tabell 11. Denna analys beaktar inte egendomsskador, vilka kan uppstå på ännu längre avstånd.

Tabell 11. Avstånd inom vilket personer antas omkomma för olika laddningsvikt av ADR-S klass 1 gods. Explosionen antas vid vägtransport vara så nära marken att man får full markreflexion, dvs halvsfärisk utbredning av luftstöt vågen.

Konsekvens	Representativ mängd gods	Avstånd $P \geq 180 \text{ kPa}$	Avstånd $P \geq 20 \text{ kPa}$
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

D.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.

D.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* [59] används för spridningsberäkningarna. Läckagestorleken har räknats fram utifrån det massflöde av gasol som anges i [19] för respektive storlek. För varje hålstorlek finns en ansatt sannolikhet.

Tabell 12. 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.

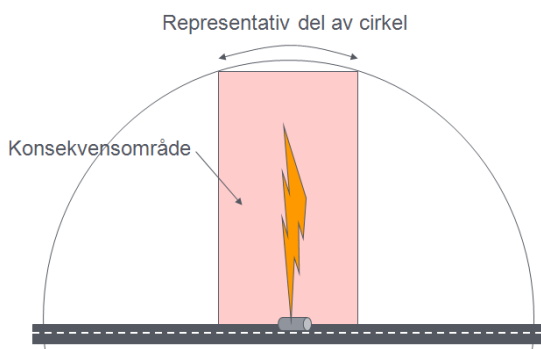
D.6. BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor* [57]. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket man antas omkomma är beräknat till 170 m.

D.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* [57], där flammans längd och bredd beräknas. Beräkningsgång i *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [60] 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 21.



Figur 21. Förhållandet mellan konsekvensområde och en representativ del av en cirkel för frekvensreducering i samband med jetflamma.

D.8. GASMOLNEXPLOSION

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 [59] 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 21.

D.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 |

D.10. ADR-S RISKGRUPP 2.3

Spridningsberäkningar har gjorts i programmen *Spridning Luft* och med *ALOHA* för totalt 6 scenarierna enligt Tabell 13. 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 C och med en ytråhet på 0,5 m.

Tabell 13. Konsekvens avstånd för plym med giftig gas.

Utsläpp	Väderlek	Avstånd till LC _{50@30 min}	Spridningsvinkel
Litet	Stabilitetsklass D, 5 m/s	10 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	30 meter	30°
Mellanstort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	30 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	150 meter	30°
Stort	Stabilitetsklass D, 5 m/s	135 meter	45°
	Stabilitetsklass F, 1,5 m/s	690 meter	30°

D.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 [36] [61].

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 [36]. I Tabell 14 redovisas konsekvensområden inom vilka personer kan antas omkomma vid olika pölstorlekar.

Tabell 14. 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	23 meter
Stort utsläpp	400 m ²	30 meter

D.12. ADR-S KLASS 5

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

D.12.1.1. EXPLOSION

Konsekvenserna av en explosion i en last med ammoniumnitrat beror till stor del på mängden som deltar i explosionen. I de flesta fall kan man anta att det är tillgången på organiskt material (exempelvis fordonsbränsle) som är den begränsande faktorn. En normal lastbil antas medföra 400 liter diesel i tanken, vilket leder till att en ammoniumnitrat/dieselblandning kan bildas, som motsvarar upp till 4,1 ton trotyl [53]. Utifrån detta används sedan 4,1 ton trotyl som dimensionerande explosion för dessa scenarier, med samma beräkningsmetod som används för explosioner i klass 1.

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

D.12.1.2. BRAND

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

BILAGA E. KÄNSLIGHETSANALYS

I denna bilaga presenteras de känslighetsanalyser som har utförts för att bedöma hur robusta beräkningarna och resultateten är för framtida förändringar i underlaget. De parametrar som har känslighetsanalyserats är:

- Ökad årsmedeldygnstrafikering (ÅDT).
- Ökad andel farligt gods-transporter.
- Annan fördelning mellan ADR-klasser.
- Ökad persontäthet.

E.1. ÅDT

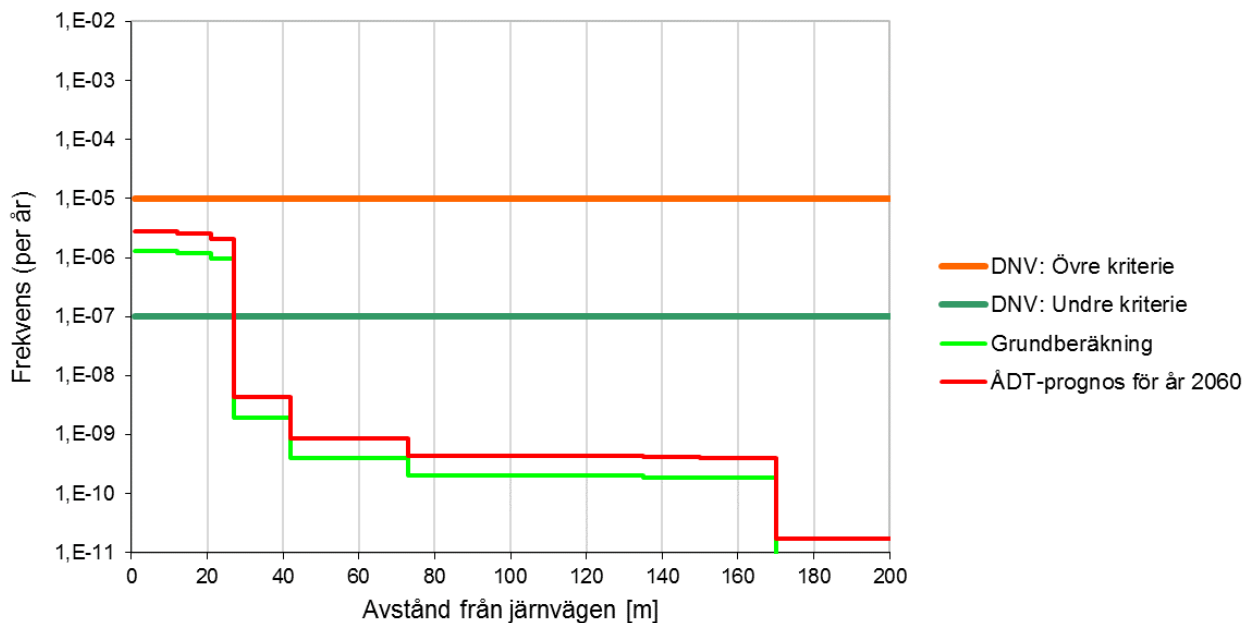
Nedan redovisas resultatet av känslighetsanalysen där prognos för år 2060 har använts för årsmedeldygnstrafikering (ÅDT) [62]. Jämförelse av indata till frekvensberäkningarna för farligt gods-olycka mellan grundberäkningen och känslighetsanalysen med prognos för ÅDT år 2060 redovisas i Tabell 15.

Tabell 15. Jämförelse av skillnaderna mellan grundberäkningen och känslighetsanalysen.

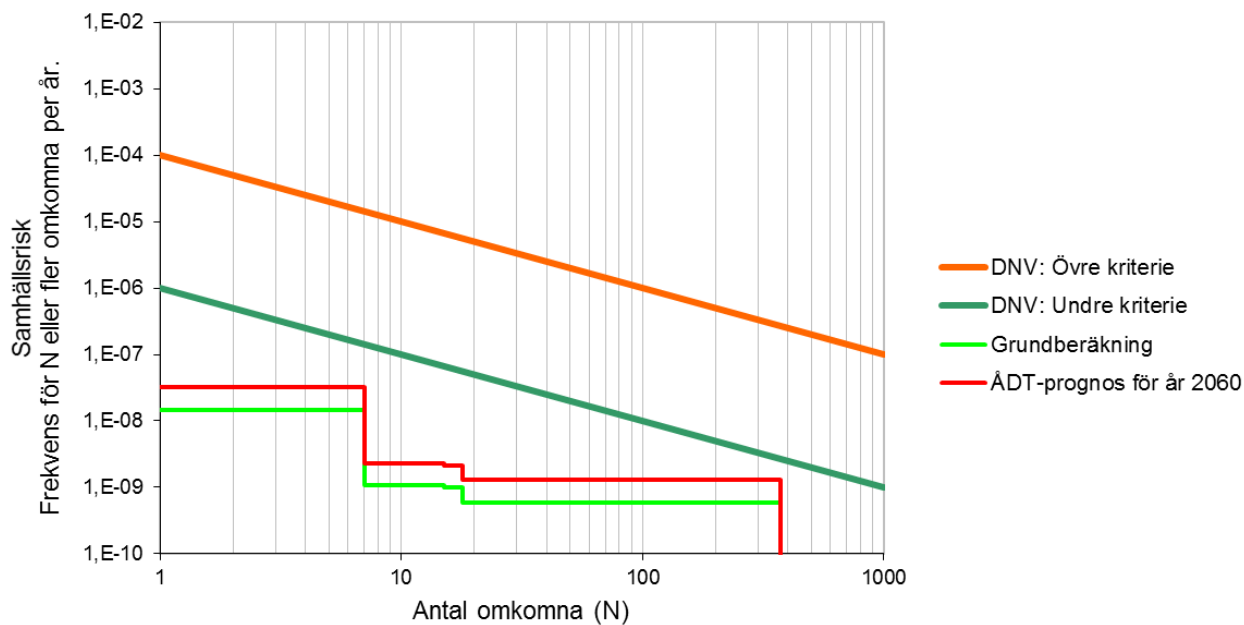
Indataparameter	Grundberäkning	Känslighetsanalys med prognos för ÅDT för år 2060
ÅDT _{total}	43 000 stycken [15]	71 202 stycken [62]
ÅDT _{FG}	24 ⁶ stycken	53 ⁷ stycken
Hastighetsgräns	70 km/h	70 km/h
Olyckskvot (OK)	0,60	0,60
Andel Singelolyckor (SiO)	0,30	0,30
Index	0,13	0,13
Frekvens FG-olycka	$8,90 \cdot 10^{-3}$ per år	$8,70 \cdot 10^{-2}$ per år

⁶ ÅDT för tunga fordon var 4 800 [15] och endast 0,5 % av lastbilstransporterna utgjordes av farligt gods [6]. Detta ger ÅDT för lastbilar med farligt gods till $4\,800 \cdot 0,5\% = 24$.

⁷ ÅDT för tunga fordon var 4 800 [15], enligt prognos ska ÅDT för tunga fordon öka med 2,18 till år 2060 [62] och endast 0,5 % av lastbilstransporterna utgjordes av farligt gods [6]. Detta ger ÅDT för lastbilar med farligt gods till $4\,800 \cdot 2,18 \cdot 0,5\% = 52,32$, vilket avrundas upp till närmsta heltal.



Figur 22. Känslighetsanalys av individrisken med en förändrad ÅDT.



Figur 23. Känslighetsanalys av samhällsriskerna med en förändrad ÅDT.

Figur 22 indikerar att individrisken påverkas något men ligger fortfarande som högst kvar inom ALARP-området för de 27 närmsta metrarna intill Huddingevägen. Bortom 27 meter från vägen ligger individrisken, likt grundberäkningen, inom acceptabla nivåer. Figur 23 indikerar att samhällsriskerna fortfarande ligger kvar inom acceptabla nivåer. Bedömningen blir därmed att beräkningarna är robusta mot en framtida ökad ÅDT förbi det aktuella planområdet.

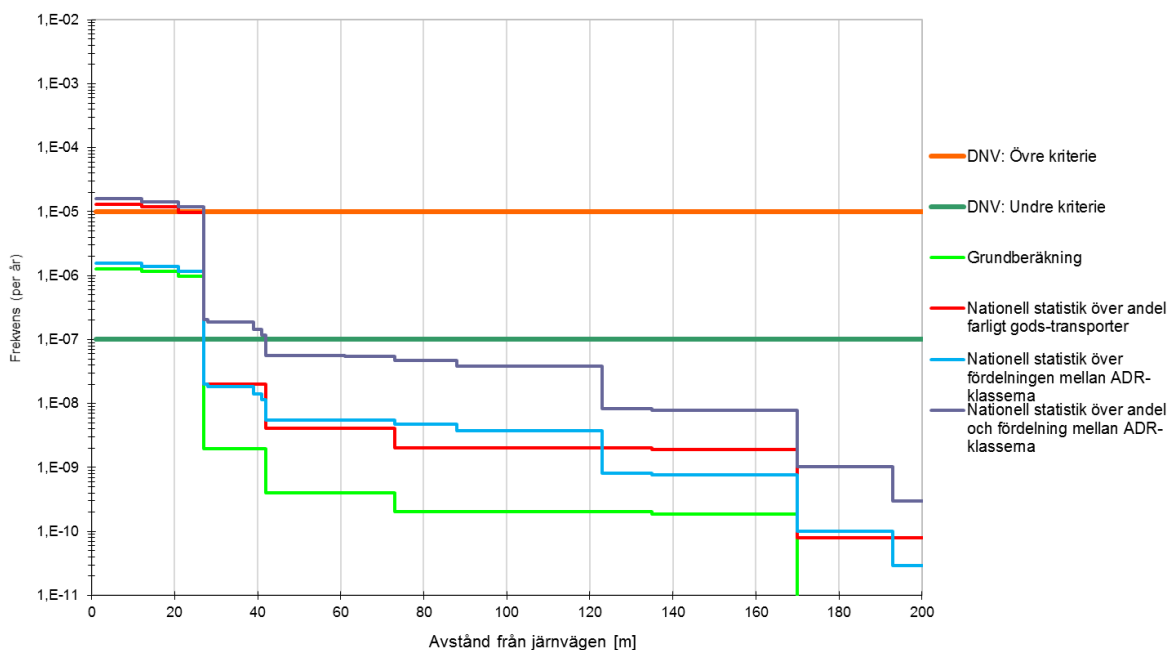
E.2. ANDEL RESPEKTIVE FÖRDELNING AV FARLIGT GODS-TRANSPORTER

Nedan redovisas resultatet av känslighetsanalysen där nationell statistik från år 2015 [17] för andel farligt gods-transporter bland de totala vägtransporterna används istället för det uppmätta värdet på sträckan. Dessutom genomförs känslighetsanalys där nationell statistik från år 2015 [17] används för att ange fördelning mellan de olika ADR-klasserna har använts.

Jämförelse mellan antalet farligt gods-transporter samt fördelning mellan ADR-klasser i grundberäkningen respektive i känslighetsanalysen redovisas i Tabell 16.

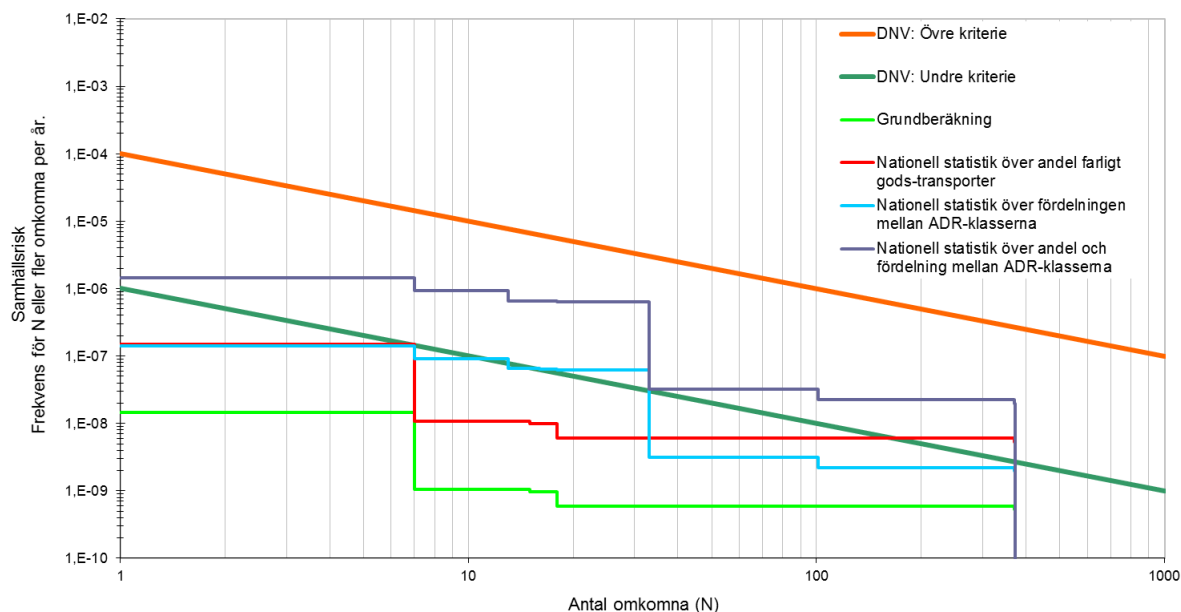
Tabell 16. Jämförelse av skillnaderna mellan grundberäkningen och känslighetsanalysen.

	Grundberäkning	Känslighetsanalys med förändrad statistik över farligt gods-transporterna
ÅDT _{FG}	24 ⁶ stycken	245 ⁸ stycken
ADR-S klass 1	0,00 %	0,7 %
ADR-S klass 2.1	1,06 %	3,97 %
ADR-S klass 2.3	0,01 %	0,03 %
ADR-S klass 3	51,30 %	60,4 %
ADR-S klass 5	0,00 %	1,3 %
ADR-S övriga	47,63 %	43,14 %



Figur 24. Känslighetsanalys av individrisken med en förändrad statistik över farligt gods-transporterna.

⁸ ÅDT för tunga fordon var 4 800 [15] och sett till all godstrafik på väg inom Sverige utgjordes cirka 5,1 % av lastbilstransporterna av farligt gods under år 2015 [17]. Detta ger ÅDT för lastbilar med farligt gods till $4\,800 \cdot 5,1\% = 244,8$, vilket avrundas upp till närmsta heltal.



Figur 25. Känslighetsanalys av samhällsrisk med en förändrad statistik över farligt gods-transporterna.

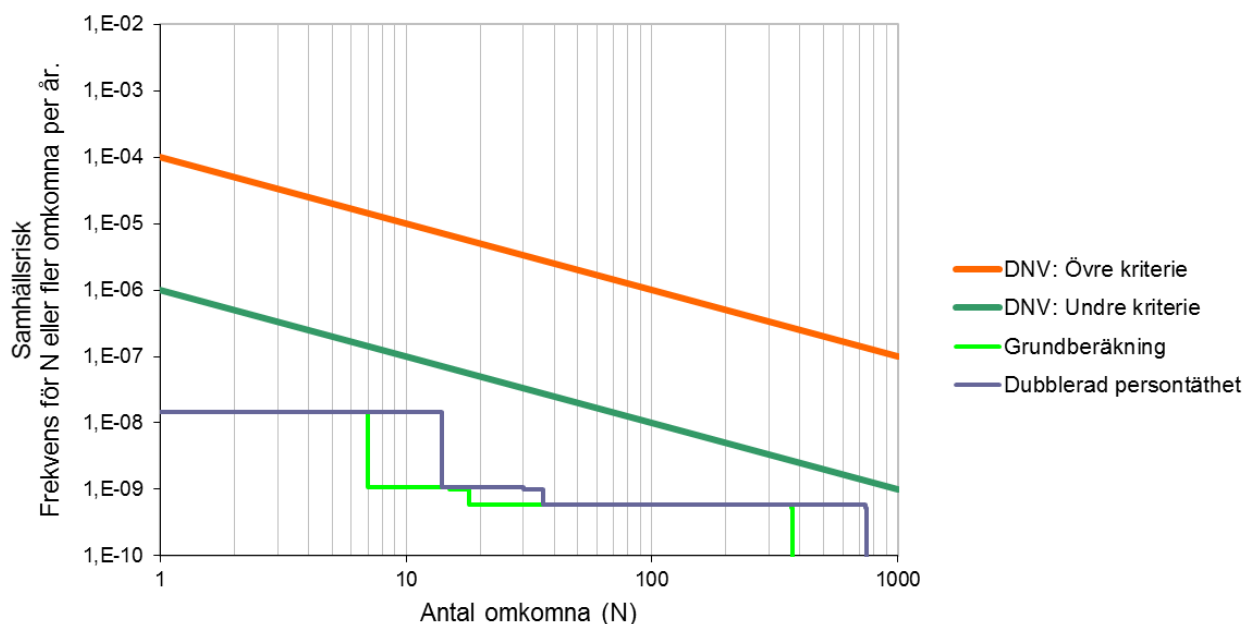
Figur 24 indikerar att individrisken påverkas i större utsträckning av en ökad andel farligt gods på vägen jämfört med om fördelningen mellan förekommande farligt gods-klasser förändras. Figur 25 indikerar att det omvända gäller för samhällsrisk.

Den lila grafen i Figur 24 och i Figur 25 visar resultatet av känslighetsanalysen när både andel och fördelning av farligt gods ändras till det nationella snittet. Graferna indikerar att individrisken når oacceptabla nivåer för de 27 metrarna närmast Huddingevägen, ligger inom ALARP-området mellan 27 till 42 meter från vägen och därefter inom acceptabla risknivåer. Samhällsrisk når som högst övre delen av ALARP-området.

Att använda nationell statistik istället för den genomförda mätningen på Huddingevägen bedöms vara orimligt konservativt. Dessutom är avståndet mellan Huddingevägen och planområdet 45 meter och avståndet mellan Huddingevägen och den nya restaurangen 90 meter, vilket indikerar att individrisken inom planområdet fortfarande skulle ligga inom acceptabla nivåer. Bedömningen är därför att beräkningarna är robusta för en framtida ökning av andelen och förändrad fördelning bland det farliga godset som transporteras bland vägtransporterna på Huddingevägen. Se även kapitel 6 för diskussion gällande åtgärder kopplade till samhällsrisk.

E.3. PERSONTÄTHET

Nedan redovisas resultatet av känslighetsanalysen där persontätheten har fördubblats. I grundberäkningen har persontätheten varit 5 850 personer/km², se avsnitt 2.5, i känslighetsanalysen har detta dubblats, vilket ger en persontäthet på $5\,850 \cdot 2 = 11\,700$ personer/km².



Figur 26. Känslighetsanalys av samhällsrisk med en fördubblad persontäthet.

Individrisken påverkas inte av persontätheten varpå denna förblir den samma som grundberäkningen och redovisas därför inte på nytt här. Samhällsrisk ligger fortfarande kvar inom acceptabla nivåer. Bedömningen är att beräkningarna är robusta för en framtida ökad persontäthet inom området i närheten av det aktuella planområdet.

E.4. SAMMANFATTNING

Endast känslighetsanalysen där nationell statistik för andel av farligt gods bland vägtransporterna och fördelning mellan de olika ADR-klasserna har medfört en större påverkan på resultaten. Dock är skillnaden mycket stor mellan den nationella statistiken och mätningen för den aktuella vägen. Den nationella statistiken beaktar all transport av farligt gods i Sverige, även på primära farligt gods leder, medan den aktuella vägen utgörs av en sekundär farligt gods led. Samhällsrisk för denna känslighetsanalys når som höst mitten av ALARP-området. Individrisken för samma känslighetsanalys når oacceptabla risknivåer för de 21 metrarna närmast Huddingevägen, ligger inom ALARP-området mellan 21 till 42 meter från vägen och därefter inom acceptabla risknivåer.

Med bakgrund i ovanstående, att samhällsrisk ej når upp till oacceptabla nivåer i någon av känslighetsanalyserna och att avståndet mellan Huddingevägen och planområdet är 45 meter indikerar känslighetsanalyserna som har genomförts att beräkningarna och slutsatserna är robusta för framtida förändringar i indata.

BILAGA F. REFERENSER

- [1] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4," Länsstyrelsen i Stockholms län - Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.
- [2] MSB, "Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," 2015.
- [3] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transport av farligt gods samt bensinstationer," Räddnings och säkerhetsavdelningen.
- [4] Wingårdhs, Max Rågsved, *Inplaceringsskiss, ny situationsplan*, 2019-03-04.
- [5] Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen, Stockholms stad, "Startpromemoria för planläggning av fastigheten Tanklocket 1 i stadsdelen Rågsved (snabbmatsrestaurang och drivmedelsstation), Dnr 2018-12829," 2018-11-19.
- [6] WSP Analys & Strategi, "Analyser av transporter med farligt gods, Mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015," Stockholm, 2016-04-10.
- [7] Nationell vägdatabas, "NVDB - Nationell vägdatabas," [Online]. Available: <http://www.nvdb.se/sv>. [Använd 12 02 2019].
- [8] AB Storstockholms lokaltrafik, "Banhastighet tunnelbana 1/Hagsätrabanan," Banavdelningen teknik och utveckling, 2011.
- [9] Claes Jonsson, *Distriktschef / Etablering, St1 Sverige AB*, Telefonsamtal 2019-02-14.
- [10] Stockholms stad, "Stockholms stad, Statistik om Stockholm," [Online]. Available: <http://statistik.stockholm.se/omradesfaktax>. [Använd 13 02 2019].
- [11] Stockholms stad, "Areal och befolkningstäthet i stadsdelsområden, SDN-delar och stadsdelar," [Online]. Available: <http://statistik.stockholm.se/images/stories/excel/b039.htm>. [Använd 13 02 2019].
- [12] Boverket, "Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR," Boverket, 2006.
- [13] Henrik Lejon, *Etableringschef, Max burgers AB*, Mailkonversation 2019-02-14.
- [14] Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad, "Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.," 1997.
- [15] Trafikverket, "Vägrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 13 02 2019].
- [16] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, *MSBFS (2016:8) föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng (ADR-S)*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016.
- [17] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2015 - Statistik 2016:27," Sveriges officiella statistik, Stockholm, 2016.

- [18] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, Borlänge, 2001.
- [19] Räddningsverket, Statens räddningsverk, 1996.
- [20] G. Davidsson, M. Lindgren och L. Mett, *Värdering av risk*, Statens Räddningsverk, 1997.
- [21] International union of railways, "Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone," UIC, ISBN 2-7461-0482-2, 2003.
- [22] Räddningsverket och Boverket, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*, Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
- [23] Väg- och transportforskningsinstitutet, *VTI rapport 387:1*, 1994.
- [24] IEC, *International Standard 60300-3-9*, Geneve: International Electrotechnical Commission, 1995.
- [25] ISO, *Risk management - Vocabulary*, Geneva: International Organization for Standardization, 2002.
- [26] B. Mattsson, *Riskhantering vid skydd mot olyckor*, Karlstad: Räddningsverket, 2000.
- [27] F. Nystedt, *Risikanalysmetoder*, Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
- [28] VTI, *Konsekvensanalys av olika olyckscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- [29] MSB, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
- [30] Räddningsverket, *Förvaring av explosiva varor*, Karlstad, 2006.
- [31] M. Gustavsson, *Muntligen 2008-01-10*, Räddningsverket, 2008.
- [32] H. Ingasson, A. Bergqvist, A. Lönnermark, H. Frantzich och K. Hasselrot, Statens Räddningsverk, 2005.
- [33] SIKA, Statens institut för kommunikationsanalys, 2001.
- [34] VTI, *Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS)*, Statens Väg- och trafikforskningsinstitut, 2003.
- [35] PIARC, PIARC - World Road Association, 1999.
- [36] Stadsbyggnadskontoret Göteborg, Stadsbyggnadskontoret Göteborg, 1997.
- [37] S. Lamnevik, *Explosivämneskunskap*, Institutionen för energetiska material Försvarets forskningsanstalt (FOA), 2000.
- [38] HMSO, London: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission, 1991.
- [39] T. Daggård, *Muntligen 2010-01-11*, Orica Services Nora, 2008.
- [40] T. Pålsson, *Muntligen 2008-01-09*, Scanexplo EPC-Sverige. Torshälla, 2008.

- [41] MSB, *Trafikflöde på väg [Elektronisk]*. Hämtad 2010-08-11, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2010.
- [42] Dyno Nobel, BAE & Smålandslogistik, *Dyno Nobel Sweden AB, BAE Systems AB, Smålandslogistik AB*, 2007.
- [43] P. Jansson, *Muntligen 2008-01-16*, 2008.
- [44] S. Halmemies, Räddningsverket, 2000.
- [45] J. Wahlqvist, *Muntligen 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [46] G. Purdy, "Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 3 (1993), pp. 229-259, 1993.
- [47] R. Lindström, *Muntligen: 2010-07-08*, Statoil, 2010.
- [48] T. Gammelgåård, *Muntligen: 2010-07-09*, OKQ8, 2010.
- [49] SPI, *Leveranser bränslen per månad. [Elektronisk]* Hämtad 2010-07-08, Svenska Petroleum Institutet, 2010.
- [50] G. Marlair och Kordek, M-A, "Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers," *Journal of Hazardous Materials*, pp. A123. pp 13-28, 2005.
- [51] L.-H. Karlsson, *Muntligen: 2008-03-18*, Yara International ASA, Köping, 2008.
- [52] J. Magnusson, *Muntligen 2008-03-18*, FOI, Tumba, 2008.
- [53] R. Forsén, FOI, 2009.
- [54] VROM, Ministerier van VROM, 2005.
- [55] J. Havai, *Muntligen 2008-04-18*, Yara AB, Köping, 2008.
- [56] R. Forsén och S. Lamnevik, *Verkan av explosioner i det fria*, Stefan Lamnevik AB, 2010.
- [57] FOA, Försvarets forskningsanstalt, 1997.
- [58] S. Lamnevik, Stefan Lamnevik AB, 2006.
- [59] MSB, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2010.
- [60] CCPS, Center for Chemical Process Safety, 1999.
- [61] BBR, Boverket, 2006.
- [62] Trafikverket, "trafikuppräkningstal_vaganalyser_eva_och_manuella_berakningar_180401.pdf," Trafikverket, 01 04 2018. [Online]. Available: https://www.trafikverket.se/contentassets/affb19b7f99e4c93a3dbe113e62aa198/trafikupprakningstal_vaganalyser_eva_och_manuella_berakningar_180401.pdf. [Använd 20 02 2019].



UPPDRAGSNAMN
MAX Rågsved

UPPDRAGSNUMMER
10281448

FÖRFATTARE
Emelie Laurin och Johan Björck

DATUM
2019-03-29

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

