

Gymnasiet 4
Nya Huddingeallen
Huddinge Samhällsfastigheter AB
Stockholm

Riskbedömning

Risikanalyis av transporter av farligt gods

Status	Preliminär
Utgåva	6
Datum	2024-10-15
Uppdragsbeteckning	4210,068
Handlingsbeteckning	FT8-01
Skapad	2023-01-12
Sidor	47
Handläggare	Joakim Ourti
E-post handläggare	joakim.ourti@firetech.se

Uppdragsbeteckning 4210,068	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2023-01-12	Datum 2024-10-15	Utgåva 6	Sida 2 (47)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

Sammanfattning

Huddinge samhällsfastigheter har givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys för att utreda riskerna i samband med transporter av farligt gods samt vilka eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga. I detta dokument presenteras resultatet av detta arbete.

Genomförande av riskanalysen inleddes med en kartläggning och beskrivning av närområdet. Därefter genomfördes en riskidentifiering där risker i samband med transporter av farligt gods på transportleden samt risker kopplade till närliggande drivmedelsstation identifierades.

På grund av mängden farligt gods som förväntas transporteras, kombinerat med korta avstånd mellan Nya Huddingehallen och transportled, bedömdes risken initialt som hög. Med anledning av detta har en fördjupad kvantitativ riskanalys genomförts.

Resultaten av riskanalysen visar att beräknad individrisknivå ligger inom ALARP-området och samhällsrisknivån ligger delvis över ALARP-området och risker kan därmed inte tolereras och åtgärder måste vidtas.

Med hänsyn till verksamheten och byggnadens nära placering till Huddingevägen rekommenderar FireTech Engineering AB att Nya Huddingehallen ska uppfylla följande krav:

1. Samtliga personer inom byggnaden ska ha tillgång till minst en utrymningsväg via dörr direkt mot det fria, trapphus eller motsvarande i riktning bort från Huddingevägen alternativt 45 meter ifrån Huddingevägen.
2. Inluft till byggnaden ska ha gemensamt nödstopp som ska vara lättillgänglig, centralt placerad och kunna aktiveras av personal. Fläkt-idrift ska ha prioritet över nödstoppfunktionen.
3. Yttervägg närmast Huddingevägen ska utföras i lägst klass EI 30 samt utföras i obrännbara material. Dörrar i yttervägg ska utföras med dörrstängare. Fönster accepteras utföras i klass EW 30 och ska utföras ej öppningsbart annat än med nyckel eller verktyg. Fönster i EW 30 ska hållas fria på brännbart material inom 1 meter från fönstret. Alternativt kan fönster utföras i EI 30 varmed inget krav på avstånd till brännbart material ställs.
4. Upp till 45 meter ifrån Huddingevägen ska marken utanför byggnaderna anpassas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus. Entréer ska placeras på andra sidan byggnaden eller 45 meter ifrån Huddingevägen.
5. Byggnadens närmsta fasad ska placeras minst 25 ifrån Huddingevägen.
6. Byggnadens närmsta fasad ska placeras minst 25 meter från närmaste tankstation.

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att risknivån, både för individrisken och samhällsrisk, är acceptabel för personer som befinner sig i aktuell byggnad och dess närområde utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

Uppdragsbeteckning 4210,068	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2023-01-12	Datum 2024-10-15	Utgåva 6	Sida 3 (47)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

1	ALLMÄNT	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE OCH MÅL	1
1.3	AVGRÄNSNINGAR	1
1.4	UPPDRAGSGIVARE	1
1.5	UTGÅVA	1
1.6	METOD OCH RAPPORTENS UPPLÄGGNING	1
1.7	STYRANDE DOKUMENT	2
1.8	KVALITETSSÄKRING	2
2	RISKHANTERING VID FYSISK PLANERING	3
2.1	KRITERIER FÖR RISKVÄRDERING	4
2.2	PRINCIPER FÖR RISKVÄRDERING	4
3	ÄMNESKLASSER OCH DESS KONSEKVENSER	6
4	OMRÅDESBESKRIVNING	7
4.1	BEFOLKNINGSTÄTHET	8
5	INLEDANDE KVALITATIV ANALYS	11
5.1	RISKIDENTIFERING	11
5.2	TRANSPORTER AV FARLIGT GODS PÅ HUDDINGEVÄGEN	12
6	KVANTITATIV RISKANALYS	13
6.1	RESULTAT INDIVIDRISK	13
6.2	RESULTAT SAMHÄLLSRISK	14
6.3	OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS	15
7	RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER	17
8	RISKVÄRDERING	19
9	REKOMMENDATIONER OCH ÅTGÄRDER	20
10	SLUTSATS	20
	REFERENSER	22
BILAGA A	FREKVENNS OCH SANNOLIKHETSBERÄKNING	
24		
A.1	FREKVENNSBERÄKNING, UTSLÄPP AV FARLIGT GODS	24
	BILAGA B – KONSEKVENNSBERÄKNINGAR	32
B.1	ALLMÄNT	32
B.2	PARAMETRAR SOM PÅVERKAR BERÄKNINGAR I ALOHA	34
B.3	ADR KLASS 1.1 – OLYCKA MED MASSEXPLOSIVT ÄMNE	35
B.4	ADR KLASS 2.1 – OLYCKA MED BRANDFARLIG GAS	36
B.5	ADR KLASS 2.3 – OLYCKA MED GIFTIG GAS	38

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
4210,068	FT8-01	2023-01-12	2024-10-15	6	4 (47)

B.6 ADR KLASS 3 – OLYCKA MED BRANDFARLIG VÄTSKA	40
B.7 ADR KLASS 5 - OLYCKA MED OXIDERANDE ÄMNEN	40
BILAGA C – BERÄKNINGAR AV INDIVID- OCH SAMHÄLLSRISK	42
C.1 INDIVIDRISK	42
C.2 SAMHÄLLSRISK	43

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	
4210,068	FT8-01	
Status	Skapad	Sida
Preliminär	2023-01-12	1 (47)
Signatur	Datum	Utgåva
Joakim Ourti	2024-10-15	6
Innehåll		
Riskbedömning avseende Nya Huddingehallen, kv Gymnasiet 4, Stockholm		

1 Allmänt

1.1 Bakgrund

På begäran av Huddinge Samhällsfastigheter AB ska en riskanalys genomföras som utvärderar riskerna för Nya Huddingehallen inom Huddinge kommun. I anslutning till planområdet går Huddingevägen vilken är sekundär väg för farligt gods. På andra sidan Björkängsvägen ligger en obemannad drivmedelsstation.

Huddinge Samhällsfastigheter AB har därför givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys av transporter av farligt gods och närliggande riskkällor samt ge förslag på eventuella riskreducerande åtgärder som är lämpliga.

1.2 Syfte och mål

Syftet med riskanalysen är att undersöka riskerna för aktuellt område med avseende på transport av farligt gods i anslutning till planområdet samt att identifiera och bedöma närliggande riskkällor.

Riskanalysen ska fungera som underlag för bedömning av lämpligheten av föreslagen bebyggelse som planförslaget medför. Riskanalysen ska även uppskatta risknivån för området i dagsläget. Vid behov ska även riskreducerande åtgärder föreslås.

1.3 Avgränsningar

Denna riskanalys behandlar enbart personsäkerheten för människor som vistas i området.

Långvariga effekter på människors hälsa och miljöeffekter beaktas inte (exempelvis buller och markföroreningar).

1.4 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för detta dokument är Huddinge Samhällsfastigheter AB.

1.5 Utgåva

Detta dokument utgör en sjätte utgåva. Förändringar i detta dokument i förhållande till föregående utgåva markeras med ett streck i högermarginalen.

1.6 Metod och rapportens uppläggning

Riskanalysen börjar med att gå igenom generella principer och begrepp som är av nytta att förstå i denna rapport, se kapitel 2.

Vidare beskrivs översiktligt vilka typer av farligt gods som kan förväntas transporteras och en kortare beskrivning och grova konsekvensavstånd uppskattas, se kapitel 3.

Därefter genomförs en kartläggning och beskrivning av området. Därefter påbörjas en riskidentifiering. Dessa delar finns presenterade i kapitel 4 respektive kapitel 5.

På grund av den stora mängden farligt gods som förväntas transporteras samt de korta skyddsavstånden som råder genomförs en kvantitativ riskanalys för att uppskatta risknivåernas storlek och möjliggöra en riskvärdering. Resultat från den kvantitativa riskanalysen redovisas i kapitel 6, medan huvuddelen av antaganden, beräkningar och genomförande finns presenterat i Bilaga A (frekvensberäkningar) och Bilaga B (konsekvensberäkningar).

Värdering av risknivåerna till följd av transporter av farligt gods på transportleden görs. Beräknade risknivåer jämförs med vedertagna kriterier. Riskvärderingen baserat på den kvantitativa riskanalysen finns redovisad i kapitel 8.

Slutligen utarbetas rekommendationer och alternativ för riskreducerande åtgärder utifrån riskens storlek och genomförd riskvärdering. Dessa presenteras i kapitel 9.

1.7 Styrande dokument

På nationell nivå anger Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL) och Miljöbalken (1998:808) att riskanalyser ska genomföras. PBL anger att 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. I Miljöbalken anges att val av plats för en verksamhet ska väljas för att uppnå minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön.

Varken PBL eller Miljöbalken anger hur riskbedömningar ska genomföras eller vad som ska ingå i ett sådant dokument. Av den anledningen har det därför givits ut vägledningar och rekommendationer av myndigheter och länsstyrelser. I denna analys väljs Länsstyrelsen i Stockholms Läns dokument Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [1].

1.8 Kvalitetssäkring

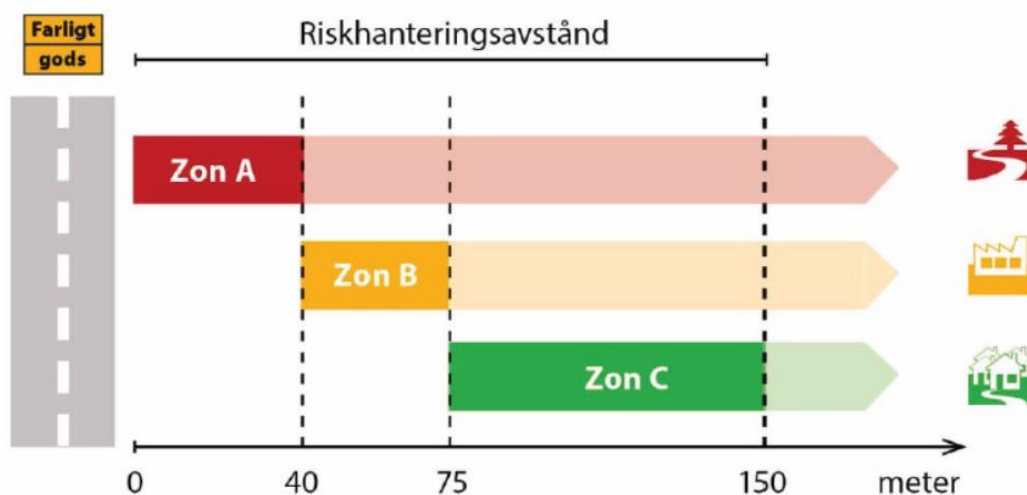
Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med FireTech Engineerings kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, vilket innefattar interngranskning av de brandskyddstekniska förutsättningarna samt föreslagna lösningar.

Brandingenjör och civilingenjör i riskhantering Max Myrhede har granskat.

2

Riskhantering vid fysisk planering

Nedanstående figur kommer från [1] och anger vid vilka avstånd från väggkant olika verksamheter kan förläggas från farligt gods led utan att en riskanalys normalt behöver genomföras.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1: Olika verksamheter och avstånd till väg där en fördjupad riskanalys vanligtvis inte behöver utföras.

Då Huddinge Samhällsfastigheter önskar placera simhall inom Zon A behöver en kvantitativ riskanalys genomföras. I [1] anges det att acceptanskriterier för individ – och samhällsrisk ska väljas enligt Räddningsverkets rapport Värdering av risk (1997) [2].

2.1 Kriterier för riskvärdering

Risk betraktas i denna riskanalys som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens. Med konsekvens avses konsekvenserna av en oönskad händelse eller olägenhet. Med händelsefrekvens avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa.

I denna handling beaktas individ- och samhällsrisker.

Med individrisk menas den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Konsekvensen bedöms utifrån hur en enskild individ kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med [2] rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Med samhällsrisk menas den risk som alla personer i ett område utsätts för och konsekvenserna bedöms utifrån hur många personer som kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Samhällsrisk ökar alltså om personantalet i området ökar.

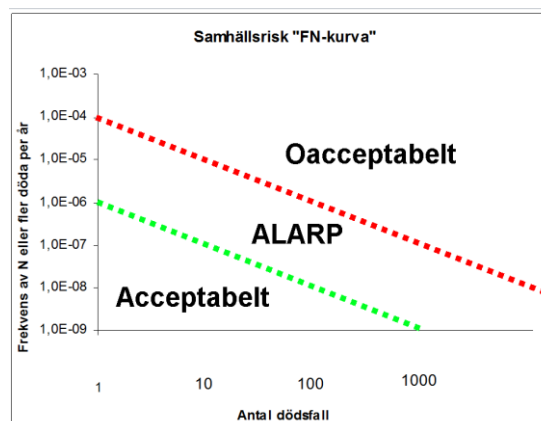
I denna riskanalys värderas risknivåer mot de kriterier som [2] har föreslagit.

2.1.1 Individrisk

Acceptanskriterier för individrisk är 10^{-7} som undre gräns och 10^{-5} som övre gräns enligt [2]. Mellan dessa finns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) där risker kan förebyggas om det anses rimligt. Då individrisk utgör den risk som en person i en viss punkt kontinuerligt utsätts för påverkas inte denna parameter av verksamhetstyp och personantal.

2.1.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk presenteras ofta i en s.k. "FN-kurva". I "FN-kurvan" redovisas sambandet mellan sannolikheten för att en olycka skall inträffa och antalet omkomna som en konsekvens av denna olycka. Eftersom denna handling endast syftar till att beskriva förhållanden för aktuellt planområde är det formellt sett en typ av "grupprisk" som studeras – i rapporten används endast det generella begreppet samhällsrisk. I Figur 2 nedan presenteras kriterier för riskvärdering enligt DNV.



Figur 2: Acceptanskriterier för samhällsrisk. ALARP-området anger ett intervall inom vilket kostnad/nyttovärdering eller annan optimering bör användas för att sträva efter att ytterligare sänka risknivån. Då samhällsrisk beror på antalet personer inom området som påverkas av en risk så finns en direkt koppling mellan samhällsrisk och typ av verksamhet.

2.2 Principer för riskvärdering

I [2] anges fyra principer vilka brukar hänvisas till och beaktas vid värdering av risker. Dessa fyra principer förklaras kortfattat nedan.

- **Rimlighetsprincipen**
Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras bör alltid åtgärdas, oavsett risknivå.
- **Proportionalitetsprincipen**
Den totala risken från en verksamhet bör stå i proportion mot tillförd nytta.
- **Fördelningsprincipen**
Risker bör vara skäligt fördelade, enskilda personer och grupper ska inte utsättas för oproportionerligt stora risker i relationen till den nytta verksamheten medför för dem.
- **Principen om undvikande av katastrofer**
Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser än i katastrofer med omfattande konsekvenser.

För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till [2].

3

Ämnesklasser och dess konsekvenser

Farligt gods delas in i 9 klasser vilka beskriver på vilket sätt godset är farligt. Klassernas farlighet avgörs med hänsyn till deras uppskattade konsekvensavstånd, vilket medför att det är endast ett fåtal av klasserna som är huvudsakligen intressanta att undersöka.

I redovisas generella faror med olika kemikalier uppdelat efter dess ADR-S/RID-S klass. I tabellen anges även möjliga konsekvenser och de konsekvensavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarliga skadepåverkan på oskyddade människor ur 3:e persons synvinkel [3].

Tabell 1: Generella faror och möjliga konsekvenser med olika klasser av farligt gods [4].

Transportklass (ADR/RID-klass)	Exempel	Dominerande fara				Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Konsekvens- avstånd (meter)
		Explosion	Brand	Förgiftning	Övrig risk		
1. Explosiva ämnen och föremål	Krut, patroner, nitroglycerin, fyrverkeri	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	100 - 1000 < 100
			X			Jetflamma - värmestrålning	< 100
						Brännbart gasmoln - gasmolnsexplosion	0 - 200
2.1. Kondenserad brännbar gas	Propan, gasol	X				Gasmolnsexplosion	0 - 200
			X			BLEVE	100 - 1000
						Gasmoln kan ge toxiska effekter. Ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi påverkar effektområdet.	> 1 000
2.3. Kondenserad giftig gas	Svaveldioxid, ammoniak			X			
3. Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel, eldningsolja, metanol		X			Pölbrand - värmestrålning	< 100
4. Brandfarliga fasta ämnen	Svavel, fosfor, metallpulver		X		X	Brand – värmestrålning. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
5. Oxiderande ämne och organiska peroxider	Väteperoxid		X			Brand - värmestrålning	<100
		X				Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen	100 - 1000
6. Giftiga och smittoförande ämnen	Arsenik-, bly och kvicksilversalter, bekämpningsmedel			X		Toxiska effekter. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
7. Radioaktiva ämnen	Radioaktiva ämnen				X	Strålskada. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100
8. Frätande ämnen	Svavelsyra, Natriumhydroxid			X	X	Dödliga konsekvenser begränsas till närområdet. Personskador kan uppkomma på längre avstånd.	< 100
9. Övriga farliga ämnen	Magnetiska material, asbest, miljöfarligt avfall				X	Hälsorisker. Konsekvenser begränsas till närområdet.	< 100

I riskbedömningen kommer endast olyckor i samband med klass 1, 2, 3 och 5 beaktas då dessa är vanligast eller har stora konsekvensområden med hänsyn till personsäkerhet. Övriga klasser bedöms endast ha begränsade konsekvensområden i mycket nära anslutning till riskkällan.

4.1

Befolkningstäthet

Enligt SCB uppgår befolkningstätheten Huddinge kommun (den del som tillhör Stockholm tätort) till i medeltal ca 871 invånare per km² [5]. Runt det aktuella området nära transportleden antas denna siffra ej vara representativ. Istället görs en platsspecifik bedömning genom att studera en kvadrat med sidan 1 km där aktuellt område utgör centrum, se figur 4 nedan.



Figur 4: Satellitbild över området i anslutning planområdet som analyseras i denna rapport. Siffrorna anger placering av de olika verksamheterna som listas i tabell 2 nedan.

Enligt lokalprogrammet förväntas 450 000 besök/år till simhallen [6]. Det motsvarar cirka 1200 besök/dag. I idrottshallen är maxbelastningen 2928 personer, varav snittbelastningen är 1400 personer/dag. Maxbelastning förväntas endast vid ett fåtal tillfällen varav ett medelvärde ansätts på ca 2200 personer. Totalt summerar det till cirka 3400 personer/dag inom Nya Huddingehallen.

Följande personintensiva verksamheter med dess personantal identifierades.

Tabell 2: Personintensiva verksamheter i närheten av aktuellt planområde.

	Verksamhet	Antal personer
1	Sågbäcksgymnasiet	464 [7]
2	Huddingegymnasiet	558 [8]
3	Planerad skola söder om multihall/simhall	700 [9]
4	Kvarnbergsskolan	675 [10]
5	Tallgårdens äldreboende	84 [11]
6	Nya Huddingehallen	3400
7	Kvarnbergshallen	150 [12]
8	Tomtebergahallen	200 [13]
9	Drakens förskola	58 [14]
10	Stenängsskolan	164 [15]
11	Bergatrollet förskola	25 [16]
12	Atlas förskola	17 [17]
13	Förskola Bamsebo	22 [18]
14	Vihems förskola	35 [19]
	Summa	6552

Utöver ovan nämnda verksamheter består undersökt område till cirka 60 % av villaområde. Även flerbostadshus och affärer finns inom området. Totalt uppskattas antalet boende inom området till 2500/km² personer i enlighet med [20].

Nattetid förväntas dock inte skolor, förskolor, simhallar och idrottshallar inhysa personer. Därmed bedöms befolkningstätheten på natten uppgå till 2 500 personer eftersom de boende förväntas sova då.

Skolorna väntas inte inhysa några elever på lov och helger. På ett år är eleverna lediga helger (104 dagar), påsklov (6 dagar), sportlov (5 dagar), höstlov (5 dagar), jullov (5 dagar) samt sommarlov (50 dagar). Totalt summerar det till 175 lediga dagar per år. Lägg därtill till röda dagar, sjukdagar, utflykter, prao m.m samt att alla elever inte vistas på skolan samtidigt p.g.a. olika scheman.

Inte heller idrottshallarna/simhallen bedöms inhysa maximalt antal personer konstant under hela dagarna. Tvärtom bedöms dessa enbart inhysa elever under skoltid, och bör därmed inte räknas dubbelt, samt enstaka lag på eftermiddagar/kvällar.

Med ovanstående resonemang antas den genomsnittliga persontätheten inom verksamheterna i ovanstående tabell till hälften dagtid. Det vill säga $6500/2=3250$.

Boende inom området bedöms till stor del åka till jobb, skola eller annan sysselsättning på dagtid. Dock kan vissa tänkas vara kvar i området även på dagtid samt att det inom området finns vissa mindre kontor/butiker/publika verksamheter som kan tänkas besökas från personer boende utanför undersökt kvadratkilometer. Schablonmässigt ansätts en personbelastning på 850 personer dagtid som vistas utanför skolor, hallar m.m.

Total personbelastning dagtid uppgår då till 4050 personer.

5 Inledande kvalitativ analys

5.1 Riskidentifiering

Den kvalitativa analysen inleds genom att identifiera eventuella riskkällor i närområdet.

Huddingevägen norr om planområdet utgör en sekundär led för farligt gods [21]. Därmed kan det förväntas gå flertalet lastbilar som transporterar farligt gods. Den tänkta simhallens/multihallens planeras placeras 25 meter ifrån Huddingevägen. Med hänsyn till den förväntade mängden farligt gods som kan transporteras på vägen och de korta avstånden till planerad byggnad ska en detaljerad kvantitativ analys genomföras.

Järnvägsspår tillhörande västra stambanan är placerade cirka 400 meter från planområdet. Då avståndet är så pass långt och vida överstiger de rekommenderade avstånden i [1] bedöms järnvägen inte utgöra en risk för planområdet.

På cirka 30 meters avstånd från den östra delen av Nya Huddingehallen finns en drivmedelstation. I och med att personbelastningen i den östra delen av byggnaden stundtals förväntas vara hög finns det ett värde av att undersöka riskbilden.

I MSB:s handbok om hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer [22] presenteras rekommenderade skyddsavstånd till olika skyddsobjekt. Vid inventering av drivmedelsstationen via google streetview påträffades inga containrar/förråd med stora mängder brandfarlig vara i lösa behållare (<3000 liter) och cisterner med drivmedel är förlagda under mark. Detta innebär att riskkällan vid drivmedelsstationen som har längst skyddsavstånd är påfyllningsanslutningen till cistern. Detta skyddsavstånd uppgår till 25 meter, vilket uppfylls med nuvarande utformning.

Ett begränsat antal transporter med drivmedel kan förväntas transporteras till drivmedelstationen via Huddingevägen. Då olyckor i samband med drivmedel har relativt korta konsekvensavstånd så beaktas därför inte riskerna i samband med olyckor lastning och lossning på bensinstationen i denna analys. Transporter av brännbar vätska hanteras i den kvantitativa analysen av Huddingevägen.

Vidare planeras en angöringsplats för hämtning och lämning samt korttidsparkering att placeras öster om byggnaden dvs i anslutning till drivmedelstationen (avstånd ca 30 meter) men med hänsyn till de korta konsekvensavståndet samt att det är en korttidsparkering belägen utomhus accepteras detta utan att vidare kvantifiera riskerna.

En eventuell framtida gashantering på bensinstationen kan påverka riskbilden i området. Dock bedöms detta scenario inte som troligt då bensinstationen är liten och obemannad samt att det är en generell trend att mindre bensinstationer avvecklas och flyttas längre bort från bebyggda områden. Firetech har vid flertalet tillfällen försökt kontakta OKQ8 och inte fått något svar på huruvida stationen planerar att hantera biogas i framtiden varvid Firetech antar att inga sådana planer finns. Firetech bedömer vidare att riskerna kopplade till bensinstationen i nuläget har hanterats i tillräcklig omfattning efter beaktandet av MSB:s handbok om hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer [22].

Firetechs bedömning att det är föga sannolikt att den befintliga drivmedelstationen i framtiden kommer att hantera biogas innebär inte att det

är omöjligt att en sådan etablering kommer att ske. Dock görs bedömningen att inga riskreducerande åtgärder avseende denna eventuella hantering behöver att omhändertas inom ramen för denna analys. Istället omhändertas det av den aktör som vill behandla biogas i framtiden genom att aktören följer de krav som finns enligt *Energias Sveriges Anvisningar för tankstationer, TSA2010*. Erforderliga åtgärder berör inte omgivande byggnader och reglering av exempelvis gaslagars storlek, avskiljning runt gaslager osv är tillräckligt för att reducera riskerna med hänsyn till en framtida biogashantering på drivmedelsstationen till en acceptabel nivå.

5.2 Transporter av farligt gods på Huddingevägen

Hastighetsbegränsningen är 70 km/h på Huddingevägen närmst planområdet. Avståndet till Huddingevägen uppgår till cirka 25 meter som närmast.

Årsmedeldygnstrafiken för vägnavsnittet i anslutning till detaljplaneområdet uppgick 2017-2020 till 38620 (+/- 7 %). Av dessa utgjordes 4220 fordon per dygn (+/- 8%) av lastbilar [23]. Ifall det högsta värdet för person- respektive lastbil inom intervallet ansätts samt en uppräkningsfaktor till trafikprognosen år 2065 genomförs i enlighet med trafikverkets Eva-tal [24] fås ett ÅDT på 70780 st varav lastbilar utgör 8990 st. Andelen lastbilar som transporterar farligt gods på den berörda vägen uppgick 2016 till 0,5 % [25]. Därmed beräknas antalet farligt godstransporter på Huddingevägen till 45 per dag.

Exakt fördelning av ADR-S klasser på vägen är inte kartlagd. Därmed antas det att fördelningen följer riksgenomsnittet åren 2015-2021 som Trafika har sammanställt [26]. Värdena i tabellen nedan fås genom att dividera antalet körda kilometer för respektive klass med det totala antalet körda kilometer för samtliga klasser, se tabell 3 nedan.

Tabell 3: Respektive ämnes andel i nationell statistik 2015-2021.

Klass	Nationellt (2015-2021) [25][%]
1	0,7
2	29,8
3	45,3
4	3,2
5	2,2
6	6,0
7	0,2
8	10,1
9	2,5

Inom ADR-S klass 2 finns tre olika underklasser 2,1-2,3. 2,1 avser brandfarliga gaser, 2,3 giftiga gaser och 2,2 icke brandfarliga, icke giftiga gaser. Fördelningen mellan dessa klasser redovisas inte i Trafikas statistik. Enligt [27] utgör dock transporterade mängden klass 2,1 1,8 % av all transporterad farligt gods mängd år 2006. Klass 2,2 utgör 5,9 % och klass 2,3 utgör 0,0 %. Inbördes fördelning uppgår därmed till:

Tabell 4: Inbördes fördelning av ADR-S klass 2 i dess underkategorier.

Klass	Nationellt (2006) [26][%]
2,1	23,4
2,2	76,6
2,3	0,0

För att vara konservativ ansätts andelen klass 2,3 till 1,0 % av klass 2 transporter. Procentenheten tas från klass 2,2. Därmed beräknas klass 2,1 utgöra 7,0 % av transporterad farligt godsmängd på Huddingevägen och klass 2,3 utgör 0,3 %.

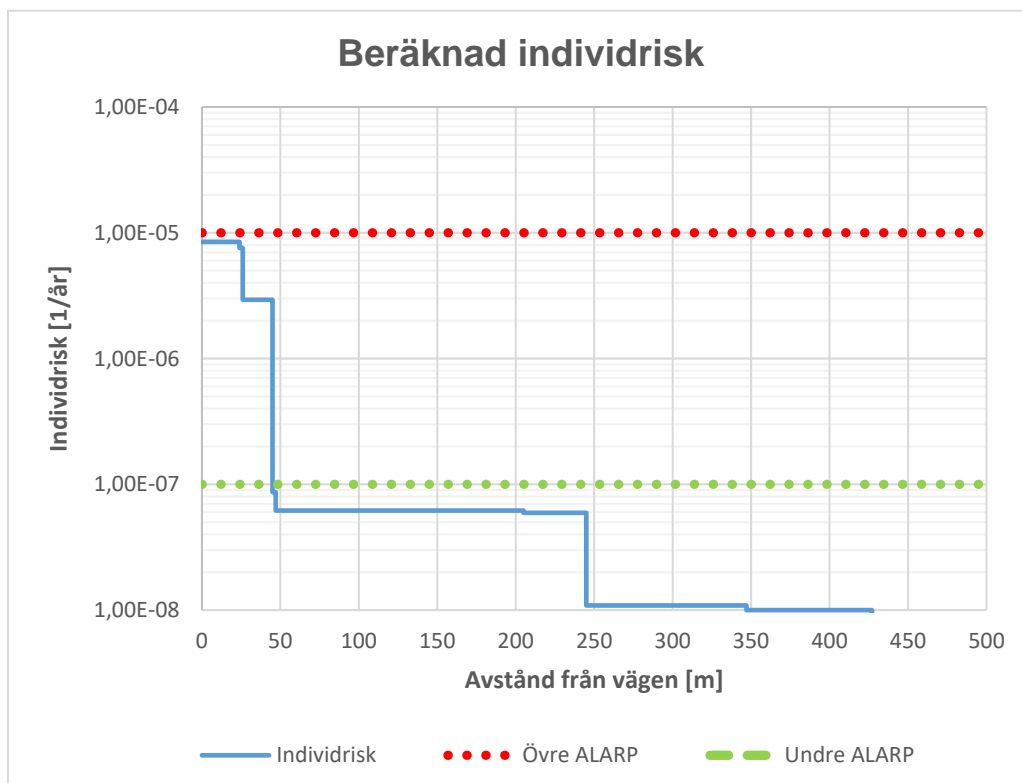
Totala antalet transporter och fördelningen av farligt gods för vägen är i dagsläget inte känd, och kan även förväntas förändras till följd av exempelvis företagsbeslut och politiska beslut.

6 Kvantitativ riskanalys

I detta kapitel redovisas den fördjupade kvantitativa analysen som genomförts för transporter av farligt gods på Huddingevägen. Här redovisas i huvudsak resultat för att underlätta för läsaren, antaganden och underlag för beräkningar redovisas i sin helhet i Bilaga A och Bilaga B.

6.1 Resultat individrisk

I Figur 5 nedan redovisas beräknad individrisk som funktion av avstånd från Huddingevägen. För jämförelse innebär individrisken 10^{-5} att sannolikheten att omkomma är 1 på 100 000 år och individrisken 10^{-7} att sannolikheten att omkomma är 1 på 10 000 000 år. Kriterier för riskvärdering har även förklarats i avsnitt 2.1.



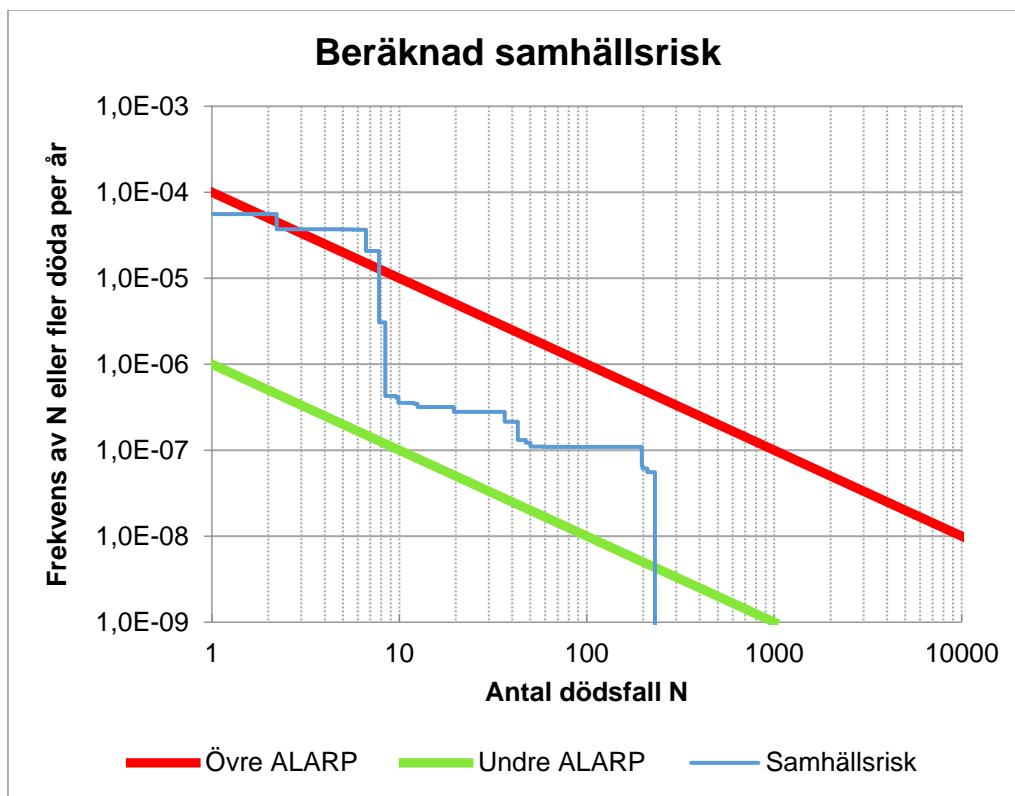
Figur 5: Beräknad individrisk som funktion av avstånd från transportleden. Notera att skala på y-axeln är logaritmisk.

Det kan noteras att individrisken på avståndet 45 meter eller mindre från Huddingevägen ligger inom ALARP-området.

6.2

Resultat samhällsrisk

Figur 6 redovisar beräknad samhällsrisk för transporter på Huddingevägen. Beräkningarna bygger på en enkel modell med en genomsnittlig befolkningstäthet, något skyddsavstånd eller andra riskreducerande åtgärder har inte inkluderats då kurvan tagits fram. På grund av detta kan kurvan tolkas som en uppskattning av hur stor samhällsrisk kan förväntas vara om bebyggelse hade genomförts intill vägen utan några skyddsavstånd eller andra åtgärder. I avsnitt 7 nedan undersöks istället hur samhällsrisk ser ut om bebyggelse planläggs med riskhänsyn och riskreducerande åtgärder.



Figur 6: Beräknad samhällsrisk runt Huddingevägen.

6.3

Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter. Osäkerheter kan bland annat härledas till modellosäkerheter och parameterosäkerheter. Frekvens- och konsekvensberäkningarna i denna analys är baserade på en rad förenklingar, antaganden och underlag som medför osäkerheter. Resultaten och beräknade risknivåer ska därför ses som uppskattningar och inte exakta resultat. För att minska osäkerheter som leder till underskattningar av beräknade risknivåer har konservativa antaganden gjorts då begränsat med information funnits.

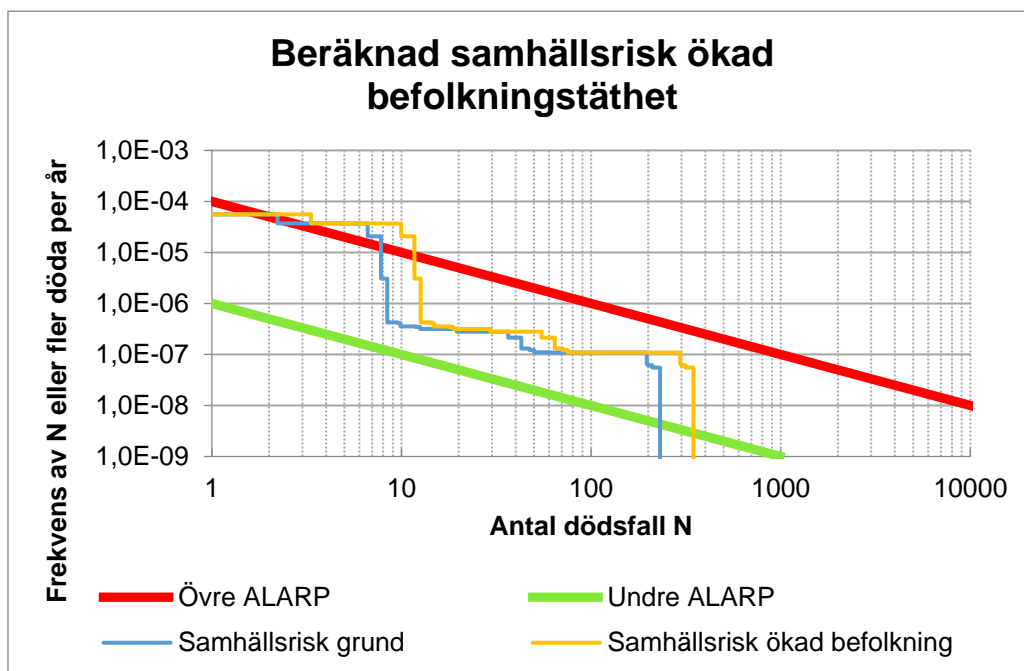
Känslighetsanalys görs för att utvärdera hur risknivåerna påverkas av en större befolkningstäthet. Hur risknivåer påverkas av ökat antal transporter av farligt gods analyseras inte eftersom dagens nivåer av transporter redan har räknats upp i enlighet med trafikverkets Eva-tal, se avsnitt 5.2.

6.3.1

Ökad befolkningstäthet

En förtätning av området medför att persontätheten ökar intill Huddingevägen. För att undersöka hur samhällsrisk påverkas av en ökad befolkningstäthet utförs beräkningarna även för en 50 % större befolkningstäthet (6 075 personer/km² dagtid samt 3 750 personer/km² nattid). Precis som i avsnitt 1.1 ska kurvorna tolkas som en uppskattning av hur stor samhällsrisk kan förväntas vara med en ökad befolkningstäthet intill vägen utan några

skyddsavstånd eller andra åtgärder. Resultat för beräknad samhällsrisk med åtgärder återges i avsnitt 7.



Figur 7: Beräknad samhällsrisk med 50 % ökad befolkningstäthet runt transportleden.

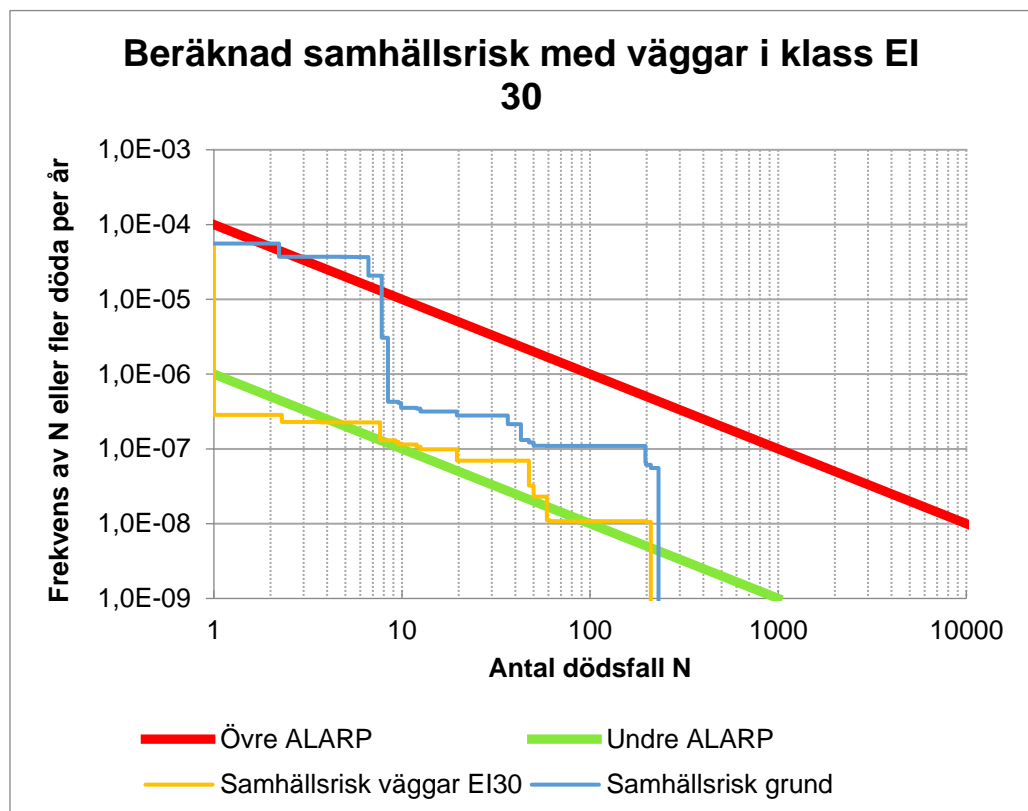
7

Riskreducerande åtgärder

Eftersom individrisk per definition utgör sannolikheten att omkomma för genomsnittlig person som vistas utomhus i en given punkt under ett års tid påverkas inte beräknad individrisk av byggnadstekniska riskreducerande åtgärder. Däremot motiverar en hög individrisk att åtgärder vidtas för att bebyggelse ska accepteras. Beräknad samhällsrisk påverkas dock av riskreducerande åtgärder.

Samhällsriskberäkningarna indikerar att samhällsriskens delvis ligger ovanför ALARP-området. Främst gäller det olyckor med låg konsekvens varmed åtgärder som främst riktar sig till att få ner risken för dessa typer av olyckor föreslås. Olyckor med hög konsekvens ligger strax över övre acceptansgräns. Därmed behövs även åtgärder som påverkar olyckorna med höga konsekvenser.

En åtgärd som bedöms vara relevant för Nya Huddingehallen som placeras i nära anslutning till riskkällan där pölbränder eller liknande kan uppkomma är att yttervägg närmast Huddingevägen klassas i brandteknisk klass EI 30. Genom att säkerställa att ytterväggen står emot brand i 30 minuter bedöms denna åtgärd reducera risken för brandspridning till byggnaden eller ge tillräcklig tid för samtliga personer i byggnaden att utrymma. Detta bedöms ge 100 % reduktion av olyckor med brandfarlig vätska och brännbar gas för personer som vistas inomhus.



Figur 8: Grov uppskattning av samhällsrisknivå med åtgärder

En annan åtgärd som ej kvantifieras men som Firetech rekommenderar för att skydda personer inomhus i Nya Huddingehallen mot giftiga utsläpp av gaser är att inluftsaggregaten placeras bort ifrån vägen. Samt att byggnaderna förses med avstängningsbar ventilation. Detta bedöms reducera risken för att utsättas för dödliga doser av giftig gas med 80 % vardera (det vill säga totalt

96 %) för personer som vistas inomhus. Denna rekommendation gav Firetech även i utredningen "Risktekniskt utlåtande avseende klor- och svavelsyra-transporter till Nya Huddingehallen" med datering 2023-11-22. I denna rapport konstaterades att inlastning och kemikalirummen är placerade vid väggen som vetter mot Huddingevägen varvid en olycka som klorgasutsläpp i samband med leverans av klor till anläggningen förhindras med hjälp av att friskluftsintagen inte är placerade på denna sida av byggnaden.

8 Riskvärdering

Individriskerna för området beräknas ligga inom ALARP området (dvs. mellan 10⁻⁷ och 10⁻⁵). Därmed ska tekniskt och ekonomiskt skäliga åtgärder vidtas för att sänka risknivån ytterligare. Individriskkurvan visar vidare att det inte är långt till icke acceptabla nivåer (dvs. frekvenser över 10⁻⁵ olyckor/år) upp till 45 meter ifrån Huddingevägen. Därmed bör åtgärder vidtas så att personer ej vistas mer än tillfälligt inom 45 meter från Huddingevägen.

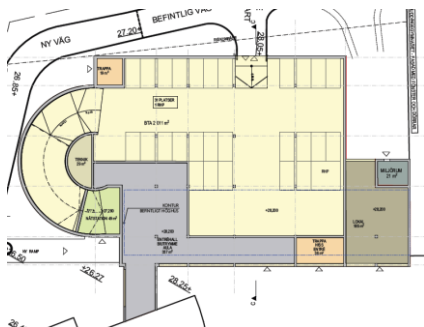
F/N-kurvan i avsnitt 6.2 och 6.3 visar att med nuvarande befolkningstäthet och prognosticerat trafik år 2065 ligger samhällsriskerna delvis över acceptabla nivåer. Denna bild förstärks när befolkningstätheten varieras i känslighetsanalysen.

För att få ner risknivåerna i samhällsriskerna visar Figur 8 att en acceptabel risknivå erhålls när byggnadens fasad utförs med ett EI 30 skydd. Normalt uppfyller ytterväggar denna brandtekniska klass men Huddingehallen innehåller flertalet glaspartier som därmed behöver utföras brandtekniskt klassade (se kapitel 9).

Utöver åtgärden att brandklassa fasaden som vetter mot Huddingevägen bedömer Firetech att friskluftsintag ska undvikas på väggen som vetter mot Huddingevägen. Utöver detta ska det vara möjligt att utrymma i riktning bort från Huddingevägen vilket inte anses utgöra ett problem med hänsyn till byggnadens utformning.

8.1 Riskvärdering parkeringsgarage med centrumverksamhet

Vid upprättande av denna riskutredning har det framkommit att det planeras ett parkeringshus inom samma detaljplansområde, se figur 9 nedan.



Figur 9. Skiss på markplan av föreslaget parkeringshus. Gula ytor åskådliggörs parkeringsytor, orange ytor är två utrymningstrapphus och gråa/bruna ytor åskådliggör lokaler för centrumverksamhet. Huddingevägen är placerad ovan parkeringsytor

Parkeringshuset ligger närmast Huddingevägen medan lokaler för centrumverksamhet ligger längre bort från Huddingevägen. Parkeringshuset behöver inte skyddas i samma utsträckning som känsligare, mer personintensiva verksamheter och Firetech ser därför inga problem, utifrån riskhänseende, att parkeringshuset utförs öppet mot Huddingevägen. Parkeringsgarage innebär ingen stadigvarande vistelse för personer och fasadens öppningar innebär att brandgaser ventileras ut och att byggnaden inte rökfylls. Det bör finnas utrymningsmöjligheter inom parkeringsytorna bort från Huddingevägen och med nuvarande föreslagen utformning, se figur 9, är detta uppfyllt. Vad gäller centrumlokaler kommer dessa vara brandtekniskt avskilda från parkeringsytor med hänsyn till BBR-krav och inga vidare åtgärder behöver vidtas utifrån ett riskperspektiv kopplat till olyckor med farligt gods gällande dessa lokaler.

Det ska dock för denna byggnad finnas utrymningsvägar i riktning bort från Huddingevägen (vilket uppfylls med föreslagen skiss se figur 9) och marken utanför byggnaderna ska anpassas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus upp till 45 meter från Huddingevägen.

Utöver ovanstående planeras även en transformatorstation inom området (närmare än 25 meter från vägen). En transformatorstation innehar ingen stadigvarande vistelse av personer varvid risknivåer inte påverkas. För att transformatorstationen ska erhålla ett skäligt skydd mot att påverkas av olyckor med farligt gods rekommenderas dock att fasad som vetter mot farligt gods leden utförs i lägst brandteknisk klass EI 30.

9 Rekommendationer och åtgärder

Med hänsyn till verksamheten och byggnadens nära placering till Huddingevägen rekommenderar FireTech Engineering AB att Nya Huddingehallen ska uppfylla följande krav:

1. Samtliga personer inom byggnaden ska ha tillgång till minst en utrymningsväg via dörr direkt mot det fria, trapphus eller motsvarande i riktning bort från Huddingevägen alternativt 45 meter ifrån Huddingevägen.
2. Inluft till byggnaden ska ha gemensamt nödstopp som ska vara lättillgänglig, centralt placerad och kunna aktiveras av personal. Fläkt-i-drift ska ha prioritet över nödstoppfunktionen.
3. Yttervägg närmast Huddingevägen ska utföras i lägst klass EI 30 samt utföras i obrännbara material. Dörrar i yttervägg ska utföras med dörrstängare. Fönster accepteras utföras i klass EW 30 och ska utföras ej öppningsbart annat än med nyckel eller verktyg. Fönster i EW 30 ska hållas fria på brännbart material inom 1 meter från fönstret. Alternativt kan fönster utföras i EI 30 varmed inget krav på avstånd till brännbart material ställs.
4. Upp till 45 meter ifrån Huddingevägen ska marken utanför byggnaderna anpassas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus. Entréer ska placeras på andra sidan byggnaden eller 45 meter ifrån Huddingevägen.
5. Byggnadernas närmsta fasad ska placeras minst 25 ifrån Huddingevägen.
6. Byggnadens närmsta fasad ska placeras minst 25 meter från närmaste tankstation.

Med ovanstående åtgärder bedömer FireTech Engineering AB att risknivån, både för individrisken och samhällsrisken, är acceptabel för personer som befinner sig i aktuell byggnad och dess närområde utifrån genomförd riskvärdering och förekommande transporter av farligt gods.

10 Slutsats

FireTech Engineering AB anser att om de rekommendationer som redovisats i kapitel 9 beaktas har skäliga åtgärder vidtagits för att begränsa riskerna, både för individrisken och samhällsrisken, till följd av transporter av farligt gods på Huddingevägen och drivmedelsstationen.

Stockholm 2024-10-15
FireTech Engineering AB

Granskad av:

Joakim Ourti
Brandingenjör, Civilingenjör i riskhantering

Max Myrhede
Brandingenjör, Civilingenjör i riskhantering

Referenser

- [1] Länsstyrelsen Stockholm, Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4.
- [2] Statens räddningsverk, "Värdering av risk," Statens räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [3] Försvarets Forskningsanstalt, Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor för bedömning av risker, 1998.
- [4] Försvarets Forskningsanstalt, "Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen," Försvarets Forskningsanstalt, 1995.
- [5] SCB, "Invånare per kvadratkilometer efter region och år," SCB, 25 11 2022. [Online]. Available: https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101C/BefArealTathetKon/table/tableViewLayout1/. [Använd 25 11 2022].
- [6] Norconsult, "Simhall Huddinge - Lokalprogram," Huddinge kommun, Huddinge, 2022.
- [7] Skolkollen, "Sågbäcksgymnasiet, Kommunal gymnasieskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/sagbacksgymnasiet>. [Använd 20 december 2022].
- [8] Skolkollen, "Huddingegymnasiet, Kommunal Gymnasieskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/huddingegymnasiet>. [Använd 20 december 2022].
- [9] ÅF, "Riskutredning av skola (Gymnasiet 4), Huddinge kommun," ÅF, 2019.
- [10] Skolkollen, "Kvarnbergsskolan, Kommunal Grundskola (7-9)," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/kvarnbergsskolan>. [Använd 20 december 2022].
- [11] Blomsterfonden, "Tallgårdens äldreboende med dess härliga innerträdgård," [Online]. Available: <https://www.blomsterfonden.se/vardomsorg/aldreboende/aldreboenden/tallgardens-aldreboende/>. [Använd 20 december 2022].
- [12] Huddinge kommun, "Kvarnbergshallen," Huddinge kommun, [Online]. Available: <https://www.huddinge.se/fritid-natur-och-kultur/Boka-lokal-och-anlaggning/hitta-lokaler-och-anlaggningar/anlaggningsregister/Kvarnbergshallen/>. [Använd 20 december 2022].
- [13] Huddinge kommun, "Tomtebergahallen," Huddinge kommun, [Online]. Available: <https://www.huddinge.se/fritid-natur-och-kultur/Boka-lokal-och-anlaggning/hitta-lokaler-och-anlaggningar/anlaggningsregister/tomtbergahallen/>. [Använd 20 december 2022].
- [14] Skolkollen, "Drakens förskola, kommunal förskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/drakensforskolahuddinge>. [Använd 20 december 2022].
- [15] Skolkollen, "Stenängsskolan, Kommunal Grundskola (F-6)," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/stensangsskolan>. [Använd 21 december 2022].
- [16] Skolkollen, "Förskolan Bergatrollet/Hellianthus, Enskild Förskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/forskolanbergatrollethellianthus>. [Använd 21 december 2022].
- [17] Skolkollen, "Atlas Förskola, Kommunal Förskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/atlasforskola>. [Använd 21 december 2022].
- [18] Skolkollen, "Helianthus/Förskola Bamsebo, Enskild Förskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/helianthusforskolabamsebo>. [Använd 21 december 2022].
- [19] Skolkollen, "Vihems Förskola, Kommunal Förskola," Skolkollen, [Online]. Available: <https://skolkollen.se/vihemsforskola>. [Använd 21 december 2022].
- [20] Räddningsverket, "Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg," Statens räddningsverk, 1996, 1996.

- [21] Trafikverket, "NVDB på webb," 2022. [Online]. Available: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 8 november 2022].
- [22] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2015.
- [23] Trafikverket, "Välkommen till Vägtrafikflödeskartan," [Online]. Available: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 8 November 2022].
- [24] Trafikverket, *Trafikuppräkningsstal för EVA 2017-2040-2065*, 2020.
- [25] W. A. & Strategi, "Analyser av transporter med farligt gods," WSP, Stockholm, 2016.
- [26] Trafikanalys, "Lastbilstrafik Swedish national and international road goods transport," 2015-2021.
- [27] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," Räddningsverket, 2006.
- [28] P. Olsson, "Vägtransport av farligt gods - beräkningsmodell för olycksfrekvens," Avdelningen för riskhantering och samhällssäkerhet, Lund, 2020.
- [29] Trafikverket, "Bygg om eller bygg nytt - Kapitel 6 Trafiksäkerhet," Trafikverket, 2021.
- [30] Norconsult, "Riskanalys," Norconsult, Göteborg, 2019.
- [31] F. Rådne, "Transport av explosivt gods - Känner vi till riskerna," Avdelningen för Riskhantering och samhällssäkerhet, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund, 2020.
- [32] RIVM, "Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 - Introduction," National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, 2009.
- [33] RIVM, "PGS 3 - Guidelines for quantitative risk assessment - 'Purple book'," 2005.
- [34] S. Fischer, R. Forsén, O. Hertzberg, A. Jacobsson, B. Koch, P. T. L. Runn och S. Winter, "Vådautsläpp av brandfarliga och och giftiga gaser och vätskor," Försvarets Forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [35] Karlsson, H. T., Processriskanalys, Lund: Lunds tekniska högskola, 2012.
- [36] EPA, "ALOHA User's Manual," U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 2007.
- [37] NOAA, "ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 - Technical Documentation," National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Seattle, Washington, 2013.
- [38] N. Sohrab och J. Hannah, "Utsläpp och spridning av giftiga gaser," Intressentföreningen för processäkerhet, 2009.
- [39] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar," Lund University, Lund, 1992.
- [40] C. Alfredsson och C.-H. Carlsson, "Räddningstjänst och miljö," Räddningsverket, 2006.
- [41] Försvarets forskningsanstalt (FOA), Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker, Avdelningen för NBC-skydd, 1997.
- [42] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods (Bilaga 2)," 1997.
- [43] Wuz risk consultancy AB, "Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods - Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås stad," 2016.

Bilaga A Frekvens och sannolikhetsberäkning

I denna bilaga redovisas sannolikhets- och frekvensberäkningar för de händelser som definierats och identifierats och som kan leda till utsläpp av farligt gods som kan ge upphov till personskador.

A.1 Frekvensberäkning, utsläpp av farligt gods

Sannolikhet för att ett utsläpp av farligt gods sker på Huddingevägen är till stor del beroende av risken att en trafikolycka uppstår – antingen som singelolycka vid transport eller i samband med korsningar. Antalet förväntade trafikolyckor per år uppskattas med Olssons modell [27], vilken är en version av Trafikverkets trafikolycksmodell men vilken är anpassad för just transporter av farligt gods med lastbil.

Modellen för att uppskatta antalet trafikolyckor för farligt gods transporter med lastbil per år av Olsson [27] presenteras nedan:

$$\lambda = L \cdot O_{anpassad} \cdot P \cdot \text{ÅDT}_{tung\ lastbil} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

där

λ = uppskattat antal olyckor (år⁻¹)

L = vägsträckans längd (km)

$O_{anpassad}$ = olyckskvot från föreslagen modell (miljonfordonskm⁻¹·år⁻¹)

P = andel tunga transporter med farligt gods av tunga lastbilar

$\text{ÅDT}_{tung\ lastbil}$ = årsmedeldygnstrafik för tunga lastbilar

Det är i den anpassade olyckskvoten som modellen har tagit hänsyn till specifikt transporter av farligt gods. Detta görs till exempel genom att beakta att trafikolyckor med farligt gods inte behöver leda till personskador för att risk för utsläpp av godset ska föreligga, utan att olyckor bör även inkludera sådana som endast leder till egendomsskador. Den anpassade olyckskvoten beräknas enligt nedanstående ekvation:

$$O_{anpassad} = PO_k \cdot \left(EG_p \cdot BF_{EG} + \frac{DF \cdot SF}{DO} + \left(1 - \frac{DF \cdot SF}{DO} \right) BF_{SS/LS} \right) \cdot U_{LB} \cdot K_{TA}$$

där

$O_{anpassad}$ = anpassad olyckskvot för olyckor med personskada eller egendomsskada (miljonfordonskm⁻¹·år⁻¹)

PO_k = personskadeolyckskvot (miljonaxelparkm⁻¹·år⁻¹)

EG_p = egendomsskadepåslag

BF_{EG} = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av egendomsskador (1 [27])

DF = dödsföljd, andel döda av skadade personer

SF = skadeföljd, antal skadade personer per olycka

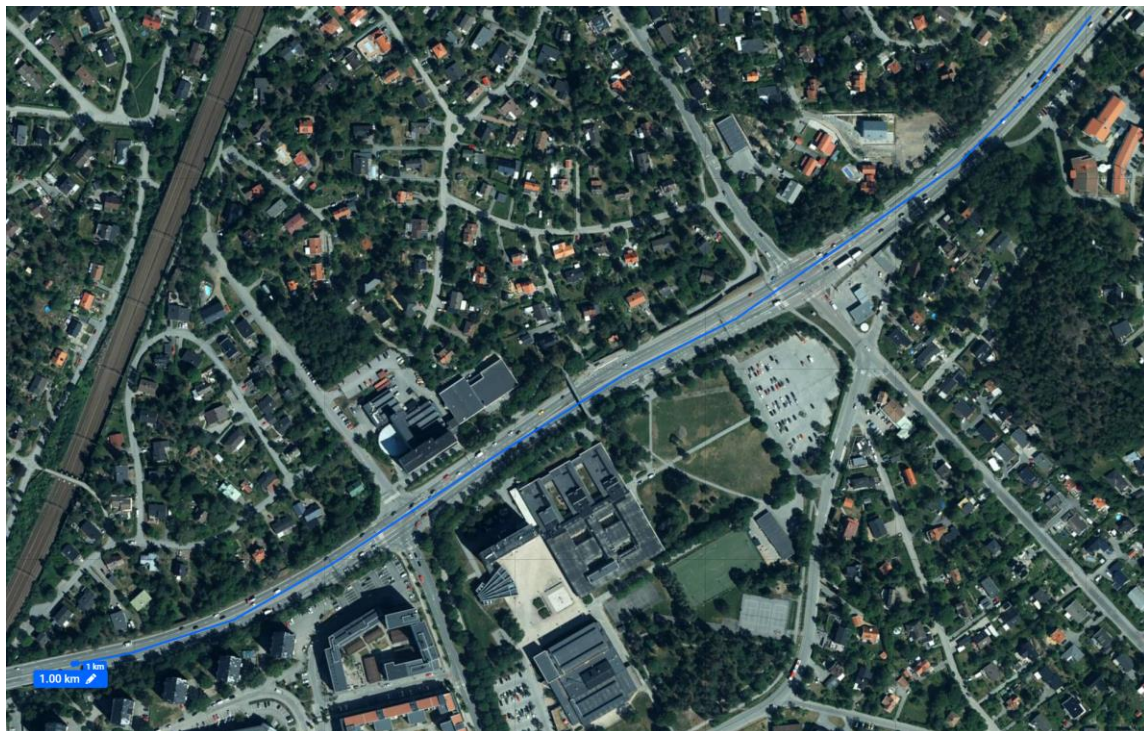
DO = uppskattat antal döda personer per dödsolycka (1,12 enligt [27])

$BF_{SS/LS}$ = uppräkningsfaktor för statistiskt bortfall av svårt skadade och lindrigt skadade (1,5 inom tätort, 1,7 i övriga vägmiljöer [27])

U_{LB} = uppräkningsfaktor för högre olycksbenägenhet hos tunga transporter med farligt gods (1,5 [27])

K_{TA} = faktor för konvertering av trafikarbete från axelparkilometer till fordonskilometer

I närheten av området löper Huddinge varvid transporter av farligt gods via lastbil går på denna väg. Således undersöks en vägsträcka på 1 km meter längs med Huddingevägen, se Figur 10 nedan.



Figur 10 Undersökt vägsträcka på Huddingevägen invid området vilken inkluderas i riskberäkningarna.

På den markerade vägsträckan ovan råder en hastighetsbegränsning på 70 km/h. Vägen består mestadels av 4 körfält och uppgår till 16 meter i bredd.

Årsmedeldygntrafiken för vägavsnittet i anslutning till detaljplaneområdet uppgick 2017-2020 till 38620 (+/- 7 %). Av dessa utgjordes 4220 fordon per dygn (+/- 8%) av lastbilar [23]. Ifall det högsta värdet för person- respektive lastbil inom intervallet ansätts samt en uppräknig till trafikprognosen år 2060 genomförs i enlighet med trafikverkets Eva-tal [24] fås ett ÅDT på 82260 st varav lastbilar utgör 8990 st. Andelen lastbilar som transporterar farligt gods på den berörda vägen uppgick 2016 till 0,5 % [25]. Därmed beräknas antalet farligt godstransporter på Huddingevägen till 45 per dag.

Huddingevägen är en 4-fältsväg i tätort med fyra körfält, statlig väghållare och med en hastighetsgräns på 70 km/h. I [28] finns inte värden specifikt för denna kombination. Dock finns samma kombination men med kommunal väghållare. Därmed väljs värden enligt denna kombination då den är den som bäst efterliknar aktuell väg. Detta ger en anpassad olyckskvot mellan motorfordon (samt inkluderat singelolyckor) enligt [27] [28]:

$$O_{anpassad} = 0,175 \left(2,03 \cdot 1,0 + \frac{0,3 \cdot 1,64}{1,12} + \left(1 - \frac{0,3 \cdot 1,64}{1,12} \right) \cdot 1,5 \right) \cdot 1,5 \cdot 1,07 = 0,93$$

Med antagandet att all trafik med lastbilar på området är tung trafik, samt att andelen av alla lastbilar som kör farligt gods är 3 % i enlighet med [25], fås följande olycksfrekvenser för farligt gods enligt modellen:

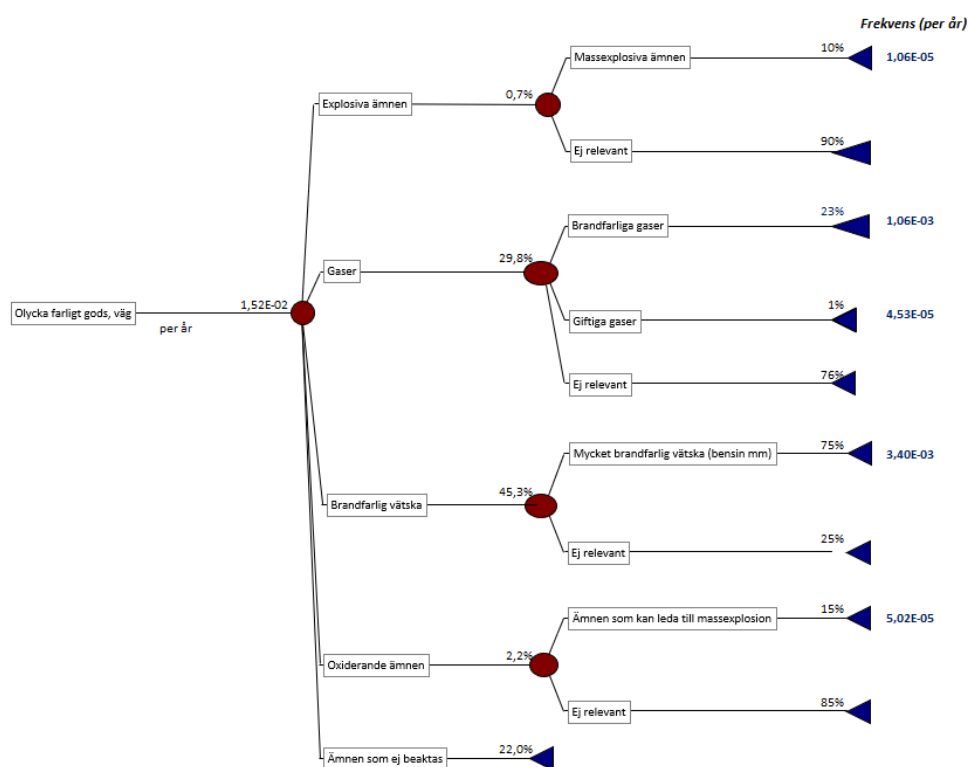
Tabell 5: Indata för beräkning av olycksfrekvens

Undersökt del	Väglängd (km)	Anpassad olyckskvot enligt [27] (miljonfordons km-1år-1)	Andel tunga transporter med farligt gods	ÅDT lastbilar (prognos 2065)	Beräknad olycksfrekvens (år-1)
Huddingevägen	1,0	0,93	0,5 %	8990	0,0152

För att uppskatta hur många av dessa olyckor som leder till att godset läcker ut och därmed att risker för följdkonsekvenser uppstår används VTI-modellen [20]. I VTI-modellen beskrivs denna sannolikhet med ett index. Detta index tar hänsyn till att sannolikheten för utsläpp ökar med en ökad fordonshastighet. För Huddingevägen (tätort, 70 km/h) fås ett index på 0,07. Således bedöms sannolikheten för utsläpp av farligt gods till följd av en trafikolycka på Huddingevägen vara 7 %.

Sammanlagt ger detta en sannolikhet för utsläpp av farligt gods till följd av trafikolycka på vägsträckan på 0,07.

Vid beräkningarna antas en fördelning av klasser av farligt gods enligt medelvärden av statistik över farligt gods transporter mellan 2015–2021, se Figur A1 nedan.



Figur A1: Antagen fördelning av ämnen som transporteras på Huddingevägen samt frekvenser för olycka med respektive ämne.

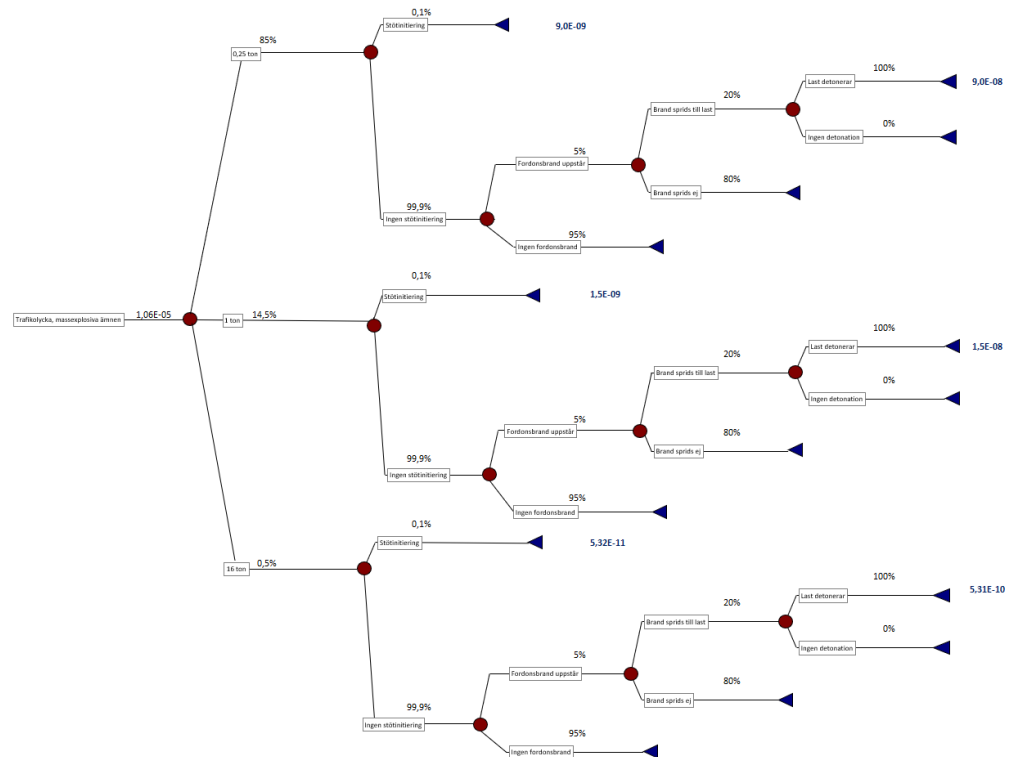
För oxiderande ämnen är det normalt 5.1 som ej är stabiliserade eller som överstiger 60 % koncentration där risk för kraftiga brand- och explosionsförelöpp föreligger, samt organiska väteperoxider i klass 5.2.

A.1.1

ADR klass 1 – Explosiva ämnen

Enligt en tidigare riskutredning tillhör cirka 10 % av samtliga klass 1 transporter den grupp av explosiva ämnen med risk för massexplosion (1.1) [29]. Riskbidrag från övriga grupper av explosiva ämnen (1.2-1.6) bortses ifrån enligt kapitel 4.

Sannolikhet för fordonsbrand ansätts till ca 5 % [30]. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen [30]. Om branden sprids till lasten antas detta alltid leda till en explosion. Sannolikheten för att en stöt ska initiera en explosion ansätts till 0,1 %. Fördelning mellan olika mängder av transporterat explosivt ämne klass 1,1 baseras på [30].



Figur A2: Antagen fördelning av klass 1,1 som transporteras på Huddingevägen samt frekvenser för olycka med respektive ämne.

A.1.1

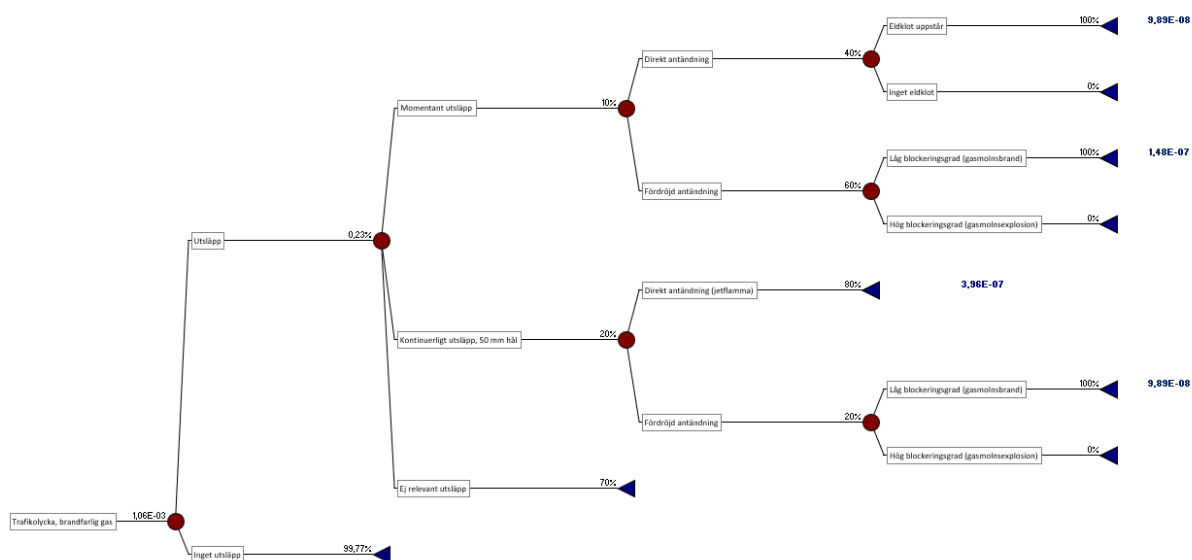
ADR klass 2.1 - Brandfarlig gas

Tre typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas undersöks, gasmolnsbrand, jetflamma och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Brännbara gaser transporteras vanligtvis i vätskefas (tryck- eller kylkondenserade) i tjockväggiga kärl och tankar med hög hållfasthet. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [31]. I VTI-handboken anges att tjockväggiga tankar kan antas ha en sannolikhet för utsläpp som är 30 gånger lägre än index, vilket gäller för tunnväggiga tankar.

Kring det aktuella området bedöms ingen hög blockeringsgrad föreligga varmed inga gasmolnsexplosioner sker.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.

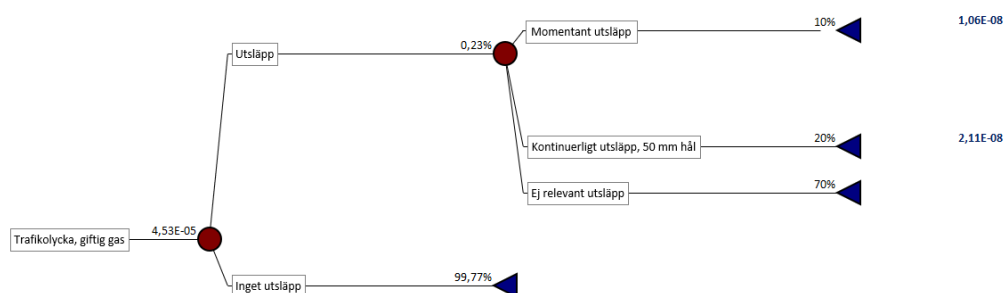


Figur A3: Händelsetråd för brandfarlig gas på Huddingevägen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år och km).

A.1.2

ADR klass 2.3 - Giftig gas

Giftig gaser transporteras normalt tryckkondenserade, vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [31]. I VTI-handboken anges att tjockväggiga tankar kan antas ha en sannolikhet för utsläpp som är 30 gånger lägre än index, vilket gäller för tunnväggiga tankar.



Figur A4. Händelsetråd för giftig gas på Huddingevägen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år och km).

A.1.3

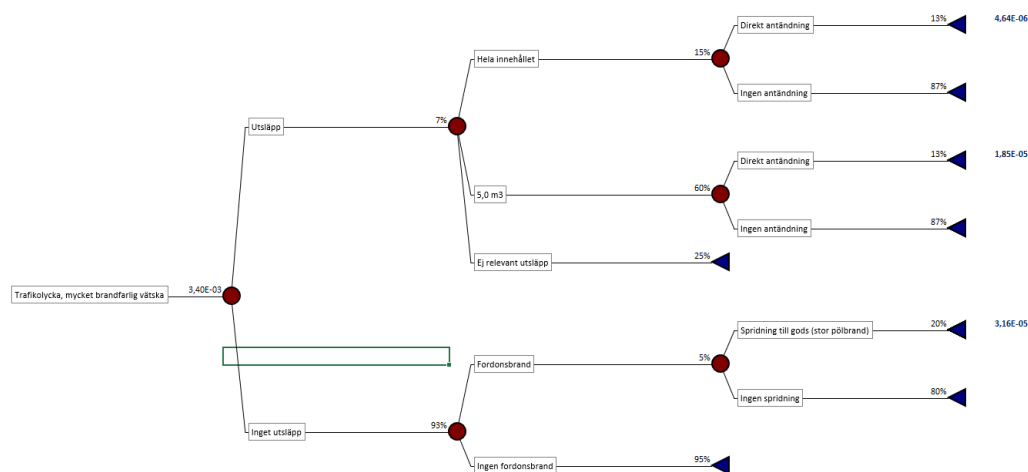
ADR klass 3 - Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor transporteras normalt i tunnväggiga kärl. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [31].

Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [20]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [31].

Sannolikheten för att olycka leder till fordonsbrand ansätts till 5 % enligt tidigare resonemang. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A5: Händelseträd för brandfarlig vätska på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år och km).

A.1.4

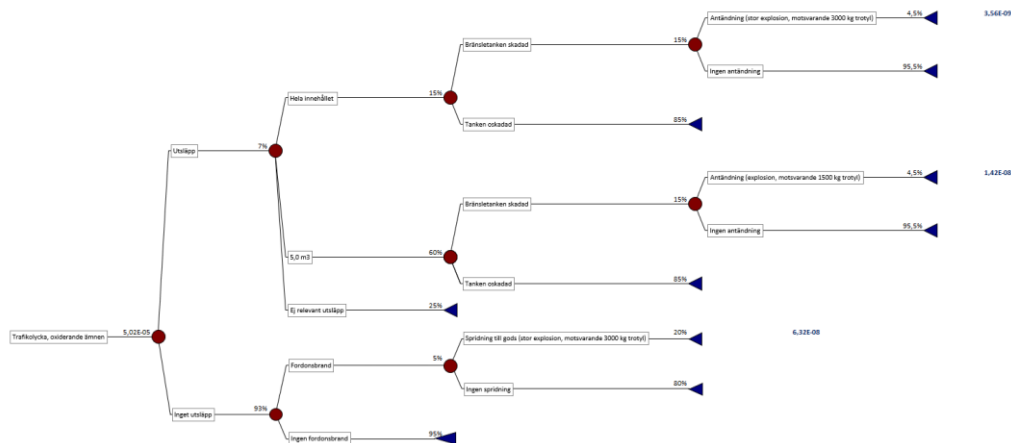
ADR klass 5 - Oxiderande ämne

Vid olycka med oxiderande ämne antas endast personer omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ett explosionsartat förlopp uppstår. För oxiderande ämnen är det normalt 5.1 som ej är stabiliserade eller som överstiger 60 % koncentration där risk för kraftiga brand- och explosionsförelöpp föreligger, samt organiska väteperoxider i klass 5.2.

Oxiderande ämnen transporteras normalt i tunnväggiga kärl. En trafikolycka kan medföra ett utsläpp av tankens innehåll. Utsläpp antas antingen ske momentant (där hela tankinnehållet släpps ut) eller kontinuerligt via ett hål med 50 mm diameter i enlighet med nationella riktlinjer i Nederländerna [31]. Sannolikhet för utsläpp förutsätts motsvara index enligt [20]. Sannolikhet för antändning ansätts enligt [31].

Sannolikheten för att olycka leder till fordonsbrand ansätts enligt tidigare resonemang till 5 %. Vidare antas att en fordonsbrand sprider sig till lasten i 20 % av fallen.

I figuren nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A6: Händelseträd för oxiderande ämne på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdets (per år och km).

A.1.8

Scenarier för konsekvensberäkningar

Nedan redovisas de scenarier med tillhörande frekvenser som används för konsekvensberäkningar.

Typ av olycka/ämne	Scenario	Benämning	Frekvens	Kommentar
Explosiva ämnen	Liten explosion stötinitiering	A1	$9,04 \cdot 10^{-9}$	
Explosiva ämnen	Liten explosion detonation	A2	$9,03 \cdot 10^{-8}$	
Explosiva ämnen	Mellan explosion stötinitiering	A3	$1,54 \cdot 10^{-9}$	
Explosiva ämnen	Mellan explosion detonation	A4	$1,54 \cdot 10^{-8}$	
Explosiva ämnen	Stor explosion stötinitiering	A5	$5,32 \cdot 10^{-11}$	
Explosiva ämnen	Stor explosion detonation	A6	$5,31 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	BLEVE eldklot uppstår	B1	$9,89 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig gas	BLEVE gasmolnsbrand	B2	$1,54 \cdot 10^{-7}$	
Brandfarlig gas	Kontinuerligt utsläpp jetflamma	B3	$1,06 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig gas	Kontinuerligt utsläpp gasmolnsbrand	B4	$9,89 \cdot 10^{-8}$	
Giftig gas	Momentant utsläpp	C1	$1,19 \cdot 10^{-8}$	
Giftig gas	Kontinuerligt utsläpp	C2	$2,11 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig vätska	Hela innehållet	D1	$4,64 \cdot 10^{-6}$	
Brandfarlig vätska	5,0 m ³	D2	$1,85 \cdot 10^{-5}$	
Brandfarlig vätska	Fordonsbrand	D3	$3,16 \cdot 10^{-5}$	
Oxiderande ämne	Antändning hela innehållet	E1	$3,55 \cdot 10^{-9}$	
Oxiderande ämne	Antändning 5,0 m ³	E2	$1,42 \cdot 10^{-8}$	
Oxiderande ämne	Fordonsbrand	E3	$6,32 \cdot 10^{-8}$	

Tabell A4: Olycksscenarier transport av farligt gods på Huddingevägen.

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

I denna bilaga redovisas beräkningar av konsekvenserna för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A.

B.1 Allmänt

För att kunna fastställa och värdera individ- och samhällsrisk behöver det uppskattas konsekvenser för identifierade skadehändelser.

Uppskattningar av konsekvensavstånd görs med beräkningsprogramvara, handberäkningsmodeller och förenklade antaganden.

Med konsekvensavstånd menas det avstånd där 50 % dödlighet nås. I beräkningarna görs en diskret indelning där 100 % inom detta avstånd antas omkomma och att 100 % utanför detta område överlever. I verkligheten kommer vissa individer att överleva inom detta avstånd, medan andra omkommer bortom detta avstånd.

Således behövs det bestämmas skadekriterier där 50 % dödlighet förväntas uppnås beroende på skadeutfall.

B.1.1 Skadekriterier

De skadeutfall som kan inträffa till följd av de identifierade skadehändelserna i Bilaga A är:

- Brännskador
- Tryckskador
- Förgiftning

Sannolikheten för dödsfall till följd av brännskador uppskattas med hjälp av probitberäkningar. Med hjälp av dessa kan det bestämmas vid vilken infallande strålning och exponeringstid som leder till sådana brännskador där 50 % förväntas omkomma. Sambandet har tagits från Purple Book [32] och presenteras nedan:

$$Pr = -36,38 + 2,56 \cdot \ln(Q^{4/3} \cdot t)$$

där

$Q^{4/3}$ = den infallande strålningen på ett visst avstånd (W/m^2)

t = exponeringstiden för ovanstående strålning (s)

I enlighet med [32] antas exponeringstiden maximalt uppgå till 20 sekunder, efter det förväntas personer hunnit ta sig till säkerhet. Om strålningen är tillräckligt hög finns en risk att närliggande byggnader börjar brinna. Dimensionerande strålningsnivå då 50 % av befolkningen antas omkomma beräknades således till 20 kW/m^2 .

Sannolikheten för dödsfall till följd av tryckskador uppskattas med hjälp av Tabell 6 nedan [33]. Ett infallande tryck på 260 kPa anges vara dödligt i 50 % av fallen. Eftersom personer också kan omkomma till följd av indirekta skador så som skallfrakturer då personer kastas utav tryckvågen eller på grund av splitter och fallande byggnadsdelar används dock gränsen 210 kPa (motsvarar 10 % döda) för att bestämma konsekvensområde.

Tabell 6: Infallande tryck i kPa som följd av explosion och skadegrad på människor

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1 % döda)	180
10 % döda	210
50 % döda	260
90 % döda	300
99 % döda	350

Det anges i [34] att ett övertryck motsvarande 0,2 atmosfärer innebär risk för allvarliga skador på byggnader. Med anledning av detta görs antagandet att 1/3 av byggnader som påverkas av ett övertryck motsvarande 20 kPa skadas betydande och att 1/3 av personerna som befinner sig i byggnader omkommer.

Uppskattning av dödlighet i samband med förgiftning vid utsläpp av giftiga gaser görs med hjälp av så kallade AEGL-3 värden samt en exponeringstid beroende av scenariot som inträffar. AEGL-systemet är framtaget av den amerikanska miljömyndigheten Environmental Protection Agency (EPA).

B.1.2

Programvara för konsekvensberäkningar

För att utföra konsekvensuppskattningar till följd av ett utsläpp av farligt gods används version 5.4.7 av beräkningsprogramvaran ALOHA (Areal Locations Of Hazardous Atmospheres) där så är möjligt. Denna version är utgiven i september 2016. ALOHA är avsett för att modellera utsläpp, spridning och konsekvenser av farliga ämnen och är utvecklat tillsammans av de amerikanska myndigheterna NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) och EPA.

ALOHA utvecklades från början främst för syftet att användas av räddningstjänst men har med tiden utvecklats till att bli ett verktyg som också används för samhällsplanerings- och akademiska ändamål [35].

Ett antal begränsningar finns i ALOHA. [35] [36]

- Ingen vind eller mycket låg vindhastighet innebär att beräkningsresultatet blir otillförlitligt.
- Vindhastighetens variation med höjden beaktas, men i övrigt görs antaganden att inmatad vindhastighet gäller för hela området som påverkas av utsläppet.
- Mycket stabila atmosfäriska villkor kan leda till att utsläppet knappast alls späds ut i luften vilket kan ge mycket höga koncentrationer långt från utsläppskällan. Detta kan inte modelleras i ALOHA.
- Virvlar (eng. "eddies") i atmosfären vilka är större än utsläppsplymen kommer orsaka ett slingrande utseende i tid och rum hos plymen, i ALOHA beaktas inte detta utan koncentrationer beräknas som tidsmedelvärden under flera minuter.
- Byggnader och topologi i omgivningen påverkar hur utsläppet rör sig, detta förenklas genom att en ytråhet för omgivningen ansätts.

Begränsningarna redogjorda för ovan är typiska för sådana här sortens av beräkningsprogram. Fördelarna med dem är att det går snabbt att utföra beräkningar vilket medger möjlighet att utvärdera ett stort antal scenarier och variationer hos påverkande parametrar. [37]

Två modeller för spridning i luft är inkluderade i ALOHA: en gaussisk modell och en tunggasmodell. För en mer detaljerad redogörelse för spridningsmodeller och spridning i luft hänvisas till [33], [38] och [35] - [39].

B.2

Parametrar som påverkar beräkningar i ALOHA

ALOHA beaktar en rad parametrar som påverkar spridningen av ett utsläpp. Nedan redogörs kortfattat för dessa parametrar och hur dessa beaktas i beräkningarna i denna riskanalys. Redogörelsen bygger på [35] och [36] där inget annat anges.

- Vindhastighet och vindriktning**
 Vindhastigheten påverkar hur snabbt ett utsläpp transporteras i vindriktningen och hur mycket det sprids ut vertikalt och späds ut. I beräkningarna används 10 meter som referenshöjd för vindhastigheten eftersom det är denna höjd mätningarna är gjorda för.
- Ytråhet**
 Hur landskapet där utsläppet sker ser ut påverkar turbulens och inblandning av luft och därmed utspädning av utsläppet. Till exempel om landskapet förväntas vara helt öppet kan höga koncentrationer av utsläppet förväntas på längre avstånd från källan, än om spridning sker över en tätort.
- Molnighet**
 ALOHA använder molnigheten (anges i tiotal procent) för att uppskatta infallande solstrålning. En hög molnighet medför en lägre infallande solstrålning vilket gör atmosfären mer stabil varvid kemikalieutsläpp får längre konsekvensavstånd. I beräkningarna antas konservativt att 100 % molnighet råder.
- Lufttemperatur**
 Temperaturen i luften i atmosfären påverkar flertalet olika fysikaliska processer vid kemiska utsläpp till atmosfären. Bland annat påverkar det hur snabbt en pöl förångas, där en högre temperatur medför en snabbare förångning. I beräkningarna antas en medeltemperatur på 10 grader.
- Stabilitetsklass**
 Atmosfärisk stabilitetsklass utgör ett mått på turbulensen i atmosfären. Stabiliteten är främst beroende av solstrålning och vindhastighet och påverkar både luftinblandning och spridningsförlopp. Klasserna delas in med beteckningarna A-F, där A innebär extremt instabil och F innebär extremt stabil. En högre stabilitetsklass medför generellt längre konsekvensavstånd. Se
- Tabell 7 för en översikt över stabilitetsklasser. ALOHA uppskattar lämplig stabilitetsklass beroende på vindhastighet och molnighet. Är flera stabilitetsklasser möjliga väljer programmet konservativt den stabilaste.

Tabell 7: Kategorisering av stabilitetsklass efter vindhastighet, dag/natt, solinstrålning och molntäcke. Tabellen är översatt och återgiven från [36].

Vindhastighet 10 m ovan mark (m/s)	Dag			Natt	
	Solinstrålning			Molntäcke	
	Stark	Måttlig	Svag	> 50 %	< 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F

3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D
För helt mulet väder är stabilitetsklassen D för både dag och natt.					

- **Inversion**
Inversion är ett fenomen där högre belägen luft i atmosfären är varmare än vid marken. I praktiken innebär detta att ett "lock" bildas och marknära utsläpp hindras från att stiga uppåt. Fenomenet uppträder typiskt vinterdagar där vindhastigheten är låg och skiktningen stabil och är vanligt under vintern i Sverige. För en mer detaljerad redogörelse hänvisas till [33]. Fenomenet är ovanligt och sker på sådan höjd att det vanligtvis inte påverkar ett utsläpp vid marknivå – varvid inversion inte beaktas i beräkningarna.
- **Luftfuktighet**
För spridningsberäkningar i ALOHA används luftfuktigheten för modellering av utsläpp med tunggasmodell. Värdet 80 % används i beräkningarna, vilket är ett genomsnittsvärde för Sverige [37].
- **Utsläppets höjd ovan mark**
Utsläppets höjd ovan mark påverkar spridningsbilden. Nära utsläppskällan blir koncentrationerna lägre eftersom det tar en viss tid innan utsläppet blandas ner till marknivå. Ammoniak har något lägre densitet än luft vilket kommer skapa ett "plymlyft" tills tillräckligt mycket luft har blandats in för att neutralisera effekten. Se [33] för en mer detaljerad redogörelse. Utsläppskällans höjd ovan mark har antagits vara 0 meter (marknivån) då detta medför längst konsekvensavstånd.

Följande indata har använts vid alla beräkningarna:

- Utsläppspunkten antas vara vid marknivån i öppet landskap.
- Vind: 3 meter per sekund på 10 meters höjd.
- Lufttemperatur: 10 °C
- Molnighet: 100 %
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)

B.3 ADR Klass 1.1 – Olycka med massexplodivt ämne

Farligt gods som utgörs av explosiva ämnen kan medföra explosion om godset utsätts för stötar (till exempel till följd av kollision) eller påverkan från brand. En explosion ger upphov till en tryckvåg som kan medföra både direkta skador men också indirekta skador. Indirekta skador följer av splitter och att människor kastas omkull av tryckvågen. Tryckvågen kan dessutom ge upphov till skador på byggnader som riskerar att helt eller delvis kollapsa.

Följande modell används för att uppskatta övertryck orsakad av explosion av last med farligt gods vid olycka. [34]

$$\ln(z) = 4,13 - 0,862 * \ln(P) + 0,0371 * (\ln(P))^2$$

Där

$$z = \frac{r}{m_{tnt}^{1/3}}$$

r är avståndet från explosionscentrum i meter, m_{TNT} är massa i TNT-ekvivalenter i kg och P är övertryck i kPa. Det antas att explosiva ämnen som transporteras utgörs av TNT och med anledning av detta används mängder i kilo utan korrigering.

I [40] anges skadekriterier för olika nivåer av infallande tryck. Skadekriterierna återges i figur nedan.

Skada	Infallande tryck (kPa)
Gräns för lungskador (alla skadade)	70
Gräns för dödliga skador (1 % döda)	180
10 % döda	210
50 % döda	260
90 % döda	300
99 % döda	350

Figur 11: Uppskattning av konsekvens vid olika tryck.

Ett infallande tryck på 260 kPa anges vara dödligt i 50 % av fallen. Eftersom personer också kan omkomma till följd av indirekta skador används dock gränsen 180 kPa (motsvarar 1 % döda) som gräns för kritisk påverkan vid beräkning av individrisknivåer.

Vid beräkning av antal döda för de olika transportmängderna för att uppskatta nivåer för samhällsrisik antas att påverkansområdet från explosionen är cirkulärt.

Det anges i [34] att ett övertryck motsvarande 0,2 atmosfärer innebär risk för allvarliga skador på byggnader. Med anledning av detta görs antagandet att 1/3 av byggnader som påverkas av ett övertryck motsvarande 20 kPa skadas betydande och att 1/3 av personerna som befinner sig i byggnader omkommer.

Tabell 8: Avstånd till valda kritiska tryck vid olika mängd last.

Mängd explosiv vara (ton)	Avstånd till 180 kPa	Avstånd till 20 kPa
0,25	11	41
1	19	66
16	44	165

B.4

ADR Klass 2.1 – Olycka med brandfarlig gas

Tryckkondenserade gaser transporteras vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. I beräkningarna antas den brandfarliga gasen som transporteras vara gasol, det vill säga propan. Beräkningarna delas upp i momentant utsläpp och kontinuerligt utsläpp. Vid momentant utsläpp (BLEVE) undersöks konsekvensavstånden för eldklot, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion. Vid kontinuerligt utsläpp undersöks jetflamma, gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion.

B.4.1 **Brännbar gas - Momentant utsläpp**

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister kommer innehållet expandera, förångas och bilda ett gasmoln. Om gasmolnet antänds direkt eller efter en viss tid kan olika skadehändelser inträffa. Konsekvenserna beror på hurvida tanken brister på grund av krockvåld eller en yttre brand.

Eldklot

Om tanken utsätts för en extern brand finns en risk att tanken brister våldsamt vid ett högt övertryck, varvid innehållet antänds direkt. Konsekvensavstånd för en sådan BLEVE och eldklot har beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Enligt [32] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 20 kW/m².

Gasmolnsbrand

Om tanken brister av krockvåld och gasmolnet antänds efter en viss tidsfördröjning i ett område med låg blockeringsgrad uppstår en gasmolnsbrand.

Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA). I beräkningarna har det antagits att gasen beter sig som en tunggas.

Gasmolnsexplosion

Om tanken brister av krockvåld och gasmolnet antänds efter en viss tidsfördröjning i ett område med hög blockeringsgrad uppstår en gasmolnsexplosion inom det blockerade området.

B.3.1.1 **Konsekvensavstånd momentant utsläpp**

Mängderna som transporteras i lastbilarna varierar beroende på bilens utformning, och sker normalt i tankar med kapacitet på 8-33 ton. En genomsnittlig mängd på 20 ton ansätts som dimensionerande. All brännbar gas som transporteras förväntas vara tryckkondenserad propan. Propan har en densitet på 493 kg/m³ och med en massa på 20 ton fås en tankvolym på ca 40,6 m³. I beräkningarna antas behållaren utgöras av en horisontell cylindrisk tank på 3 x 5,7 meter (diameter x längd). Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 9: Konsekvensavstånd momentant utsläpp

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Eldklot	245	B1
Gasmolnsbrand	427	B2
Gasmolnsexplosion	Skadekriterie uppnås ej	B3

B.3.2 **Brännbar gas – Kontinuerligt utsläpp**

Om tanken till en tryckkondenserad gas punkteras kommer innehållet att kontinuerligt släppas ut, förångas och bilda en gasplym. Om utsläppet antänds direkt eller efter en viss tid kan olika skadehändelser inträffa.

Jetflamma

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas antänder direkt kan en jetflamma uppstå. En jetflamma orsakar i första hand värmestrålning, men kan också medföra brandspridning till byggnader med mera. Konsekvensavstånd beräknas med ALOHA. Enligt [32] förväntas 50 % av befolkningen omkomma vid en exponeringstid på 20 sekunder om den infallande strålningen uppgår till cirka 30 kW/m².

Gasmolnsbrand

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns antändningskällor i området där gasmolnet rör sig längs vinden finns risk att en gasmolnsbrand uppstår.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand beräknas med ALOHA. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA).

Gasmolnsexplosion

Om ett kontinuerligt utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att ett gasmoln bildas. Beroende på om det finns områden med hög blockeringsgrad (till exempel under fordon, inom byggnader etcetera) där gasmolnet rör sig längs vinden kan en antändning av gasmolnet leda till en gasmolnsexplosion.

Konsekvensavstånd för gasmolnsbrand beräknats med ALOHA och redovisas nedan. Avstånd till 60 % av nedre brännbarhetsgränsen har antagits utgöra gasmolnets utbredning (utgör standardvärde i ALOHA).

B.3.2.1

Konsekvensavstånd kontinuerligt utsläpp

Tankbilar med propan som kör på Huddingevägen antas ha samma egenskaper som i tidigare beräkning, det vill säga 8 ton, 16 m³ tryckkondenserad gas. I detta scenario ansätts tanken läcka genom ett hål med en diameter på 5 cm i botten av tanken, då det anses vara konservativt. Resultatet av ALOHA-beräkningarna presenteras i tabellen nedan.

Tabell 10: Konsekvensavstånd kontinuerligt utsläpp

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Jetflamma	47	B4
Gasmolnsbrand	205	B5
Gasmolnsexplosion	Skadekriterie uppnås ej	B6

B.5

ADR klass 2.3 – Olycka med giftig gas

Gas transporteras generellt under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Gaserna är generellt tyngre än luft då de kyls ned vid ett utsläpp och sprids därmed inledningsvis längs marken. Gaserna är giftiga vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Konsekvenserna av ett utsläpp beror framförallt av hålstorlek och väderförhållanden. Inom detaljplaneområdet antas största delen av giftig gas, både gällande transporter och farlig verksamhet, bestå av ammoniak.

Nedan anges vid vilka koncentrationer samt exponeringstider av tryckkondenserad ammoniak som medför risk för dödsfall. Koncentrationerna är beräknade enligt probitsamband angivna i [32].

Tabell 11: Koncentrationer och exponeringstider av ammoniak som medför 50 % risk för dödsfall enligt probitberäkningar angivna i [32].

	10 min	30 min	1 timme	4 timmar
Ammoniak	12 700 ppm	7 300 ppm	5 200 ppm	2 600 ppm

I beräkningarna förutsätts för momentana utsläpp en exponeringstid på 10 minuter vara konservativt, med 12 700 ppm som skadekriterie. För scenarier med kontinuerliga utsläpp ansätts en exponeringstid på 30 minuter, med 7 300 ppm som skadekriteriet. I beräkningarna förutsätts ammoniaken vara i utomhustemperatur på 10 grader, vilket ger ett ångtryck på 609 kPa (cirka 6 bar). För att vara konservativ ansätts ett tryck på 10 bar gälla i tanken.

B.5.1 Giftig gas – Momentant utsläpp (BLEVE)

Om tanken till en tryckkondenserad gas brister av krockvåld kommer innehållet att snabbt bilda ett giftigt gasmoln som sprids med vinden.

Konsekvensavståndet för ett giftigt gasmoln av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA. Förutsättningar för tanken ansätts enligt ovan.

B.5.1.1 Konsekvensavstånd runt Huddingevägen

Den giftiga gas som förväntas köras på Huddingevägen antas vara ammoniak. Dimensionerande mängd antas vara 10 ton. Tryckkondenserad ammoniak har en densitet på 680 kg/m³ vid – 33 grader Celsius vilket ger en tankstorlek på ca 15 m³. Tanken antas vara 4,5 meter lång och ha en diameter på 2,06 meter. Konsekvensavstånd beräknas med ALOHA och resultaten redovisas nedan.

Tabell 12: Konsekvensavstånd momentant utsläpp av giftig gas runt Huddingevägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Momentant utsläpp BLEVE (giftigt gasmoln)	711	C1

B.5.2 Giftig gas – Kontinuerligt utsläpp

Om tanken till en tryckkondenserad gas punkteras kommer innehållet att kontinuerligt släppas ut, förångas och bilda en gasplym. Utsläppet förutsätts ske genom ett 50 mm stort hål i botten av tanken

Konsekvensavståndet för ett kontinuerligt utsläpp av vattenfri ammoniak har beräknats med ALOHA.

B.5.2.1 Konsekvensavstånd runt Huddingevägen

Tankstorlek och dimensioner förutsätts vara samma som vid momentant utsläpp. Hålstorlek och placering enligt ovan. Resultat av ALOHA-beräkningar presenteras nedan.

Tabell 13: Konsekvensavstånd för kontinuerligt utsläpp av ammoniak runt Huddingevägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Kontinuerligt utsläpp (giftigt gasmoln)	347	C2

B.6 ADR klass 3 – Olycka med brandfarlig vätska

På planområdet körs en stor del brandfarlig vätska. En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder till en pölbrand om det utsläppta ämnet antänds. Antändning av och brand i en sådan pöl förväntas ge strålningseffekter, som kan skada oskyddade människor och egendom. Beräkning för att uppskatta strålning från en pölbrand genomförs med ALOHA.

I beräkningarna antas pölbranden bestå av heptan (som representerar bensin).

B.6.1 Konsekvensavstånd runt Huddingevägen

På Huddingevägen förväntar vi oss att det transporteras brandfarlig vätska. Scenarierna delas upp i ett utsläpp av hela tankinnehållet och ett mindre utsläpp av 5 m³ av den brandfarliga vätskan.

Utsläpp av hela tankinnehållet

Ett utsläpp av hela tanken resulterar i en pöl, dimensionerande 5 cm djup, på 600 m². Beräkningar i ALOHA visar att strålningsnivå 20 kW/m² nås upp till 24 meters avstånd från pölens mitt .

Utsläpp av 5 m³

Om det går håll på tanken finns en risk att stora delar av dess innehåll rinner ut och bildar en pöl.

Konsekvensavståndet för en pölbrand av hela tankinnehållet har beräknats med ALOHA. I beräkningarna antas innehållet bilda en 3 cm djup pöl, vilket beräknas breda ut sig över en 170 m² stor yta. Beräkningar i ALOHA visar att kritisk strålningsnivå nås upp till 24 meters avstånd från pölens mitt.

Fordonsbrand i samband med en olycka

Om fordonet börjar brinna i samband med en olycka finns en risk att innehållet läcker ut och bildar en pöl. Detta antas ha samma konsekvenser som beräknades ovan då hela tankens innehåll släpps ut.

Tabell 14: Konsekvensavstånd för pölbrand runt Huddingevägen.

Skadehändelse	Konsekvensavstånd [m]	Benämning
Stor pölbrand	45	D1,D3
Medel pölbrand	24	D2

B.7 ADR klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen kan reagera explosionsartat eller bilda explosiva produkter om det kommer i kontakt med vissa organiska ämnen (t ex aceton och etanol). Kommer det oxiderande ämnet inte i kontakt med organiskt material antas inget explosionsartat förlopp uppstå.

Utsläpp av hela tankinnehållet

Om tanken brister i samband med krockvåld finns en risk att dess innehåll rinner ut och bildar en pöl. Skadas bränsletanken på fordonet i samband med olyckan finns en risk att dessa blandas och att en explosiv blandning uppstår. Enligt [41] innehåller en explosiv oxidator-bränsleblandning idealt cirka 13 % bränsle, vilket för 400 kg drivmedel ger 3000 kg explosiv blandning. Detta scenario förutsätts vara representativt på Huddingevägen.

I konsekvensberäkningarna representeras denna explosiva blandning av 100 % trotyl. Konsekvensberäkningar för massexplosiva ämnen på samma sätt som för klass 1.1 ger att 3 ton TNT ger ett infallande övertryck på 180 kPa på 26 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 95 meter.

Utsläpp av 5 m³

Om det går håll på tanken finns en risk att delar av dess innehåll rinner ut och bildar en pöl. Vid ett mindre utsläpp förutsätts att även en proportionell mindre mängd bränsle från fordonet släpps ut. I beräkningarna förutsätts 200 kg drivmedel blandas med det oxiderande ämnet, vilket enligt resonemang ovan ger 1500 kg explosiv blandning. Detta scenario förutsätts vara representativt på Huddingevägen.

I konsekvensberäkningarna representeras denna explosiva blandning av 100 % trotyl. Konsekvensberäkningar för massexplosiva ämnen på samma sätt som för klass 1.1 ger att 1,5 ton TNT ger ett infallande övertryck på 180 kPa på 20 meters avstånd från explosionscentrum respektive 20 kPa på 75 meter.

Fordonsbrand i samband med en olycka

Om fordonet börjar brinna i samband med en olycka finns en risk att tanken brister och bildar en pöl. Detta antas ha samma konsekvenser som beräknades ovan då hela tankens innehåll släpps ut och blandades med fordonets drivmedel, motsvarande 3 ton TNT.

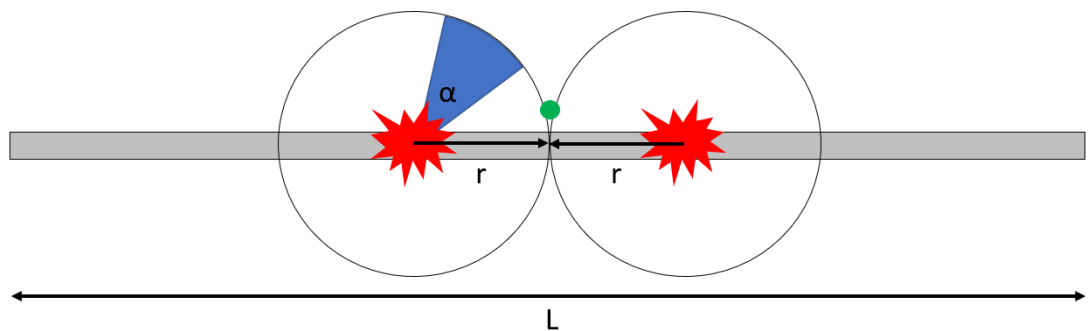
Bilaga C – Beräkningar av individ- och samhällsrisk

I denna bilaga redovisas beräkningar av individ- och samhällsrisk för de scenarier med olyckor med farligt gods för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A med tillhörande konsekvensavstånd vilka har uppskattats i Bilaga B.

C.1 Individrisk

Baserat på scenarierna identifierade ovan kan individrisken bestämmas. Enligt avsnitt 2.1 menas med individrisk den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Beroende på de identifierade scenariernas konsekvensavstånd finns en sannolikhet att en olycka som inträffar en viss sträcka på en transportled påverkar en individ på området som undersöks. Detta illustreras i Figur 12 nedan.



Figur 12. Sannolikheten att en person (markerad i grönt) precis intill en farligt gods led påverkas av en olycka med konsekvensavstånd r och spridningsvinkel α .

Individen ovan (markerat i grönt) påverkas endast om en olycka med konsekvensavstånd r inträffar på en vägsträcka på $2r$. Vidare, om olyckan har en spridningsvinkel α , riskerar individen endast att påverkas om den befinner sig inom denna spridningsvinkel då en olycka inträffar på vägsträckan $2r$. Sannolikheten att en individ som befinner sig utomhus på en specifik plats omkommer av respektive scenario, individrisken, fastställs således med följande ekvation:

$$\text{Individrisk} = f \cdot \frac{2 \cdot r}{L} \cdot \frac{\alpha}{360}$$

där

f = frekvensen för respektive scenario (årkm)

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

L = längden på den undersökta delen av transportleden förbi området (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

Frekvensen för respektive scenario bestämdes i Bilaga A, medan konsekvensavstånden bestämdes i Bilaga B. För att uppskatta individrisken behövs spridningsvinkeln för respektive scenario. I enlighet med [42] ansätts dessa enligt nedan:

- Explosioner och pölbränder: 360 grader
- Gasutsläpp som breder ut sig i vindriktningen: 22 grader

- Jetflamma: 240 grader (riktad mot området eller rakt uppåt, flammor riktade bort från individen beaktas inte)

C.2

Samhällsrisk

För att beräkna samhällsrisk uppskattas antalet omkomna genom följande ekvation:

$$\text{Antalet omkomna } (N) = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{360} \cdot P$$

där

r = konsekvensavstånd för respektive scenario (m)

α = spridningsvinkel för respektive scenario (°)

P = populationstätheten (inv/km²)

I enlighet med avsnitt 0 bedöms befolkningstätheten inom aktuellt planområde med omkringliggande områden uppgå till 4050 personer/km² på dagen och 2500 personer/km² på natten.

Populationstätheten som vistas inomhus respektive utomhus beror på vilken tid det är på dygnet [31]. Därför delas dygnet upp i dag (8:00–18:30) respektive natt (18:30–8:00) med 56 % respektive 44 % sannolikhet. På dagen förväntas 7 % av populationen befinna sig utomhus och 93 % inomhus. På natten förväntas endast 1 % befinna sig utomhus och 99 % inomhus.