

Handläggare  
**Mathias Lööf**  
 Telefon  
**076-409 27 74**  
 E-post  
**Mathias.loof@projektstaben.se**

Mottagare  
 Handelsbanken  
 Referens: Jens Tonnert

Uppdragsansvarig  
**Mathias Lööf**  
 Telefon  
**076-409 27 74**  
 E-post  
**mathias.loof@projektstaben.se**

Projekt-ID  
**0233**  
 Status  
 Leveranshandling

# Risikutredning avseende människors hälsa och säkerhet

Utveckling av kv. Smedsbacken 25  
 underlag för detaljplan

Datum	Version	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2022-12-06	1.0	MLF	JJN	-
2023-05-25	2.0	MLF	JJN	Mindre omarbetning till följd av ändrad omfattning av detaljplaneområde
2024-11-08	3.0	MLF	JJN	Omarbetning utifrån samrådsyttranden
2025-02-25	4.0	MLF	JJN	Förtydligande kring befintlig planbestämmelse

## Sammanfattning

Kv. Smedsbacken 25 ligger inom stadsdelen Ladugårdsgärdet. Inom Kv. Smedsbacken 25 planeras den befintliga kontorsbyggnaden utökas genom tillbyggnad samt utveckling av två nya volymer som kommer byggas samman med den befintliga byggnaden. Planerad fastighetsutveckling kräver ny detaljplan. Detaljplanen planeras vara klar under 2025.

Föreliggande riskutredning innebär en utredning av risker som kan medföra negativ påverkan på människor som befinner sig inom och i närhet till detaljplaneområdet. Rapportens övergripande syfte är att uppfylla de krav på riskhantering som ställs i Plan- och bygglagen. Riskbedömningen ska därmed ses som en rekommendation utifrån rådande lagstiftning och riktlinjer och verka som ett beslutsunderlag inför beslutsfattande om markanvändningen enligt planerad fastighetsutveckling är lämplig avseende människors hälsa. Initialt togs en heltäckande riskutredning fram för planerad fastighetsutveckling inom Kv. Smedsbacken 25 och Bremenfastigheterna, detta i syfte att belysa samhällsriskerna med beaktande av flera närliggande planerade stadsutvecklingsprojekt. Den heltäckande riskutredningen påvisar att planerad fastighetsutveckling är förknippad med godtagbara samhällsrisknivåer. Riskutredningen har därefter avgränsats och preciserats för Kv. Smedsbacken 25 för ökad tydlighet.

Planerad utveckling av Kv. Smedsbacken med samfälligheten S34:2 illustreras i bilden nedan.



Kv. Smedsbacken 25 ligger skyddad och på betryggande avstånd (mer än 150 meter) från de primära riskkällorna Norra Länken/Lidingövägen och industrijärnvägsspåren. Inga identifierade olycksrisker har bedömts kunna föranleda allvarlig påverkan på människor inom detaljplaneområdet.

Utmärkande för Kv. Smedsbacken 25 är de korta skyddsavstånd som återfinns till Tegeluddsvägen. Inom ramen för utförd känslighetsanalys har en teoretisk maximal riskexponering utmed Tegeluddsvägen analyserats. Känslighetsanalysen indikerar acceptabla risknivåer utmed Tegeluddsvägen. Den låga riskexponeringen indikerar att genomförbarheten av Smedsbacken 25 utifrån ett riskperspektiv inte är avhängt att farligt godstransporter inte framförs på Tegeluddsvägen. Aktuell klassning av Tegeluddsvägen uppmuntras dock att ses över i samråd med Länsstyrelsen. Detta då det är viktigt att styra farligt gods utifrån den körsträckning som är säkrast trafikalt och innebär minst riskexponering i omgivningen. Då tunga transporter till/från Frihamnsområdet idag och i framtiden är tänkta att framföras på Södra Hamnvägen torde det vara naturligt att se över dagens klassning för skapa en ökad tydlighet.

Utförd riskanalys påvisar att den samlade riskexponeringen för människor inom studerat område idag och i framtiden kan förväntas vara mycket låg. Godtagbara individ och samhällsrisknivåer är att förväntas. I jämförelse med den riskbild som varit förknippad med fastigheten tidigare förväntas betydligt mer gynnsamma riskförutsättningar. Förväntad riskbild bedöms skapa förutsättningar för att utveckla studerat område med en högre persontäthet.

Slutsatsen är att planerad fastighetsutveckling inom Kv. Smedsbacken 25 är möjlig att genomföra utifrån ett riskhanteringsperspektiv.

Inga särskilda säkerhetshöjande åtgärder bedöms nödvändiga för att säkerställa godtagbara risknivåer inom Kv. Smedsbacken 25. Den planbestämmelse som reglerar sprinkler enligt gällande detaljplan kan således utgå sett till den förändrade riskbilden.

# Innehållsförteckning

1.	Inledning .....	5
1.1	Syfte .....	5
1.2	Omfattning och avgränsningar .....	5
1.3	Underlag .....	5
1.4	Definition riskbedömning .....	7
1.5	Riskhänsyn vid bebyggelse intill farligt godsled och farlig verksamhet .....	7
1.6	Värdering av risk .....	9
2.	Förutsättningar .....	11
2.1	Områdesbeskrivning, orientering av planerad fastighetsutveckling .....	11
2.2	Metrologiska förhållanden .....	13
2.3	Farliga verksamheter och trafikförhållanden för farligt godstransporter .....	13
2.4	Restriktioner avseende farligt godshantering inom hamnarna .....	16
2.5	Förväntade farligt godsflöden på närliggande transportleder .....	18
3.	Risikanalys .....	22
3.1	Riskinventering och konsekvensbedömning .....	22
3.2	Riskvärdering - Samlad bedömning .....	22
4.	Känslighetsanalys .....	23
5.	Slutsatser .....	27
	Referenser .....	28
	Bilaga A – Allmänt om farligt gods .....	29
	Bilaga B - Frekvensberäkningar .....	31
	Bilaga C – Konsekvensberäkningar .....	35

# 1. Inledning

Kv. Smedsbacken 25 ligger inom stadsdelen Ladugårdsgärdet. Inom Kv. Smedsbacken 25 planeras den befintliga kontorsbyggnaden utökas genom tillbyggnad samt utveckling av två nya volymer som kommer byggas samman med den befintliga byggnaden. Planerad fastighetsutveckling kräver ny detaljplan. Detaljplanen planeras vara klar under 2025.

## 1.1 Syfte

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser ska utföras. Enligt Plan- och bygglagen ska bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Vid beslut om att en detaljplan kan antas medföra betydande miljöpåverkan ska en miljöbedömning genomföras och en miljökonsekvensbeskrivning enligt 6 kapitlet Miljöbalken upprättas. Miljöbalken omfattar bl.a. olyckors direkta och indirekta effekter på människors hälsa och miljön. Människors hälsa utgör således ett av de skyddsvärda objekt som ska belysas och beaktas i en miljökonsekvensbeskrivning enligt Miljöbalken.

Föreliggande rapport innebär en platsspecifik riskbedömning av tänkt fastighetsutveckling. Riskbedömningen berör risker som kan medföra negativ påverkan på människor som befinner sig inom detaljplaneområdet. I riskbedömningen ingår att identifiera, analyser och värdera möjliga risker samt föreslå eventuella åtgärder för riskreduktion. Rapportens övergripande syfte är att uppfylla de krav på riskhantering som ställs i Plan- och bygglagen. Riskbedömningen ska därmed ses som en rekommendation utifrån rådande lagstiftning och riktlinjer och verka som ett beslutsunderlag inför beslutsfattande om markanvändningen enligt utbyggnadsförslaget är lämplig avseende människors hälsa samt huruvida exploateringen utförs med erforderlig hänsyn till närliggande planområden.

## 1.2 Omfattning och avgränsningar

Bedömningen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerande området. Analysen beaktar inte långvariga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp från exempelvis förorenad mark.

## 1.3 Underlag

Som underlag för upprättande av denna riskutredning ligger framtagen översiktlig riskutredningen för stadutbyggnadsområdet Norra Djurgårdsstaden samt framtagen säkerhetsrapport för Värtaverket:

- *Översiktlig riskutredning Norra Djurgårdsstaden, version 3*, RiskTec Projektledning AB, 2016. Referens [14].

### 1.3.1 Gällande detaljplaner

Gällande detaljplan för Kv. Smedsbacken 25 som vann planen lagakraft 21 december 2007 gjordes en riskutredning för att utreda risker för plötsliga och oväntade olyckshändelser med direkt fara för liv [15].

Slutsatsen från riskutredningen som låg till grund för gällande detaljplan var att riskbilden för planområdet med rådande förutsättningar var stort med avseende på den transportvolym av farligt gods som förväntades på Tegeluddsvägen, som vid utredningstillfället (2005) uppskattades till att totalt överstiga 100 000 transporter/år. Riskutredningen identifierade vidare transport av Bensin och Etanol (ADR-S Klass 3) som den farligt gods typ som utgjorde en huvudsaklig risk med direkt fara för liv. Omfattningen av dessa transporter prognostiserades vidare vara betydligt lägre år 2020 (700 transporter/år) förutsatt att de farliga verksamheterna i Loudden och Värtahamnen avvecklades. Det olycksförlopp som konstaterades riskstyrande och primärt utredes i riskutredningen var en tankbilsolycka som föranledde spill och fattade eld. Bedömning av konsekvenser av värmestrålning och spridning av ohälsosamma gaser från sådant olycksförlopp låg till grund för föreslagna skyddsåtgärder.

Slutsatsen från utredningen var att om Loudden avvecklades enligt plan erhålls acceptabla risknivåer och att inga riskminskande skyddsåtgärder erfordrades. För att beakta osäkerheter i hur mycket farligt gods som skulle kunna gå på Tegeluddsvägen i framtiden föreslogs följande rekommendation i riskutredningen som också är inarbetade som planbestämmelse i gällande plankarta:

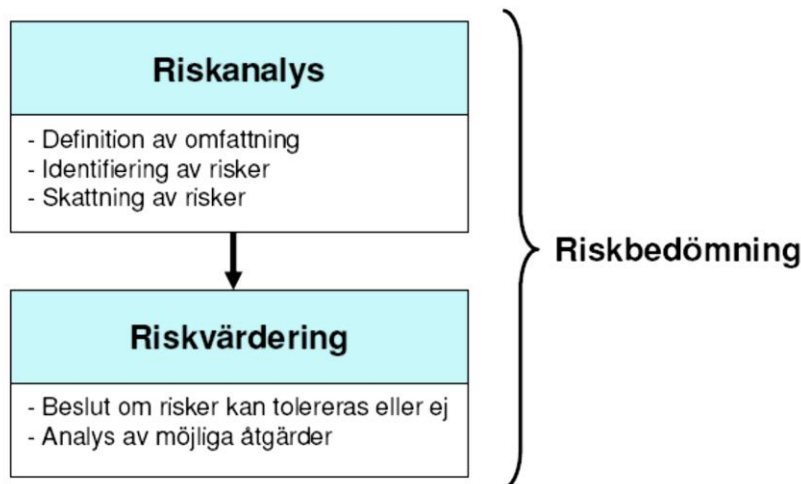
”Samtliga av våningsplanen (befintliga och tillkommande) i Handelsbankens kontorshus ska förses med sprinkler”.

Resonemanget som ligger till grund till denna riskåtgärd grundar sig i att man genom att installera sprinkler i byggnaden förbättrar förutsättningarna för utrymning och bidrar till en allmän riskreduktion för samtliga personer som vistats i byggnaden.

## 1.4 Definition riskbedömning

I denna riskbedömning används begreppet risk som produkten av sannolikhet att en negativ händelse ska inträffa och händelsens negativa konsekvenser.

Ett vedertaget sätt att beakta riskbedömning är att utgå från den standard som International Electrotechnical Commission (IEC) tagit fram. Utifrån IEC:s synsätt omfattar riskbedömning två delmoment; riskanalys och riskvärdering i enlighet med figur 1.



Figur 1. Definition av riskbedömning enligt IEC.

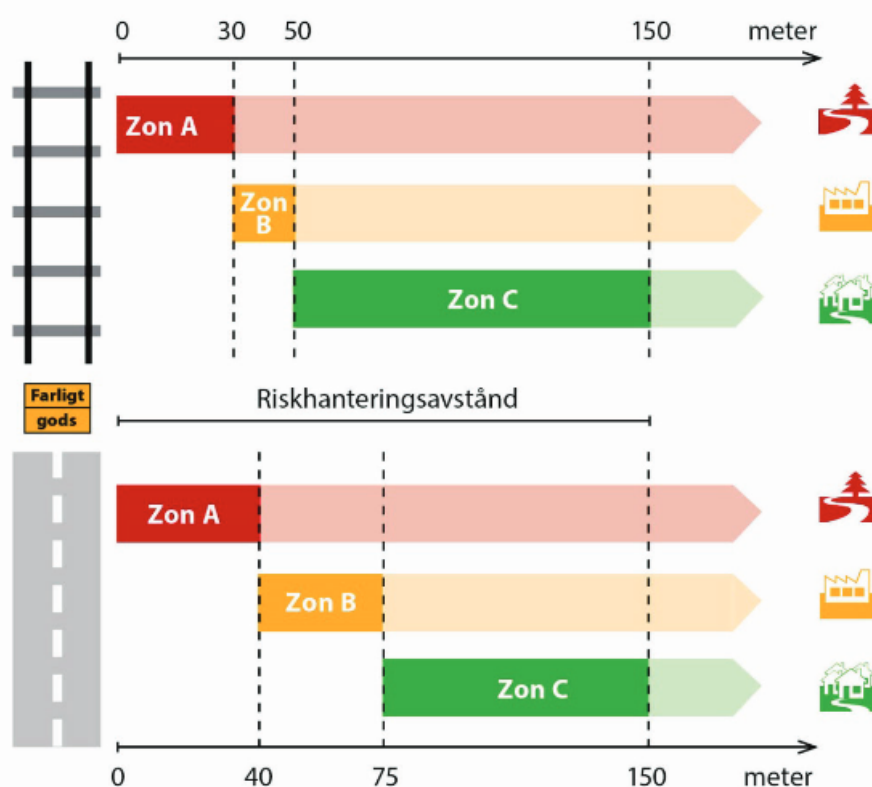
En riskanalys syftar till att identifiera risker/skadehändelser utifrån tillgänglig information. För att kunna göra en skattning av riskerna krävs bedömning av riskernas sannolikhet och konsekvens.

Riskvärderingen baseras på resultatet av riskanalysen och beräknar storleken på respektive risk samt om sammanvägningen av samtliga risker är acceptabel/tolerabel eller ej. Värderingen utgör underlag för hur de analyserade riskerna kan hanteras.

## 1.5 Riskhänsyn vid bebyggelse intill farligt godsled och farlig verksamhet

Sammanhållen bebyggelse ska utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Länsstyrelsen har tolkningsföreträde rörande plan- och bygglagen och har därigenom tagit fram ett antal styrande dokument vars avsikt är att spegla deras tolkning kring hälsa och säkerhet.

Länsstyrelserna i Skåne-, Västra Götalands- och Stockholms län har arbetat fram en policy [2] för riskhantering i detaljplaneprocessen med riktlinjer för markanvändning intill transportleder för farligt gods. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt godsled. Vidare har Länsstyrelsen i Stockholms län tagit fram ett faktablad [3] som innehåller riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods. I faktabladet tydliggör Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och olika verksamheter enligt figur 2.



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 2. Länsstyrelsens rekommendationer avseende skyddsavstånd till led för farligt gods från respektive kvartersmark [2].

**Primära farligt godsleder:** För primära farligt godsleder anser Länsstyrelsen att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd om minst 25 meter och särskilda skyddsåtgärder oavsett vad riskutredningen kommer fram till. Länsstyrelsen bedömer att de skyddsavstånd och skyddsåtgärder som förtydligas utgör ett minimum för att uppfylla kraven i PBL.

**Sekundära farligt godsleder:** För sekundära leder tydliggör Länsstyrelsen att det är svårt att göra en allmängiltig vägledning eftersom riskbilden kan variera väldigt mycket mellan olika leder. Länsstyrelsen anser dock att det, för de flesta sekundära leder, behöver finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd om minst 25 meter och att det inte är sannolikt att ett skyddsavstånd på mindre än 15-20 meter kan anses tillräckligt för att uppfylla kraven i PBL.

Förutom ovanstående riktlinjer förekommer ytterligare ett antal föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen.

## 1.6 Värdering av risk

Det saknas nationella kriterier för riskvärdering för tredje man. Generellt vid bedömning av huruvida en risk kan accepteras eller ej bör hänsyn tas till vissa faktorer. Exempelvis bör riskkällans nytta vägas in, likaså vilken som är den exponerade gruppen samt huruvida risk för katastrofer föreligger. De principer som vanligen anges är [4]:

- Principen om undvikande av katastrofer. Risker bör hellre realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser än i katastrofer.
- Fördelningsprincipen. Riskerna bör vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför.
- Rimlighetsprincipen. En verksamhet bör inte innebära risker som med rimliga medel kan undvikas.
- Proportionalitetsprincipen. De totala risker som en verksamhet medför bör inte vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar (intäkter, produkter och tjänster, etc.) som verksamheten medför.

Dessa principer indikerar att hänsyn bör tas till kostnader för säkerhetshöjande åtgärder, att en riskkällas nytta skall vägas in samt att olika värderingar kan göras beroende på om den exponerade gruppen har en personlig nytta av riskkällan eller ej. Vidare skall risker ej accepteras om de på ett enkelt tekniskt och icke kostsamt sätt kan undvikas.

Vidare har DNV på uppdrag av Räddningsverket (nu MSB) tagit fram förslag på kvantitativa riskmått gällande individ- och samhällsrisk [5]. Dessa kriterier används generellt vid planläggning intill primära transportleder för farligt gods och andra typer av farliga anläggningar där riskkällan kan vara ett permanent hot för tredje man.

### 1.6.1 Individ och samhällsrisk

**Individrisk:** Individrisken uttrycks som sannolikheten att en person, som står på en given plats, ska omkomma under ett år. Individrisken tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av en skadehändelse.

**Samhällsrisk:** Vid beräkning av samhällsrisk beaktas även hur stora konsekvenserna kan bli för en skadehändelse, detta med avseende på antalet personer som kan påverkas vid olycka. Vid bedömning av samhällsrisk tas hänsyn till hur persontätheten varierar under dygnet och hur stor andel personer som förväntas befinna sig inomhus respektive utomhus. Exempelvis kan persontätheten kring en skola förväntas vara hög under dagen och nästintill obefintlig under natten. Samhällsrisk redovisas ofta med en så kallad FN-kurva, vilken visar sambandet mellan den ackumulerade frekvensen, F, för samtliga olyckor och antal omkomna, N, på grund av dessa olyckor. Kurvan åskådliggör den förväntade frekvensen för ett visst antal döda av olycka involverande farligt gods.

Risken kan värderas som acceptabel, tolerabel eller oacceptabel:

- Om risken är oacceptabel måste åtgärder vidtas
- Om risken är tolerabel (det s.k. ALARP-området, As Low As Reasonably Practicable) ska åtgärder värderas och vidtas om kostnaden är rimlig. Högre kostnader kan accepteras för risker nära det oacceptabla området, än för risker nära det acceptabla.
- Om risken är acceptabel behöver inte åtgärder vidtas men de bör ändå undersökas. Åtgärder som medför små kostnader bör ändå vidtas.

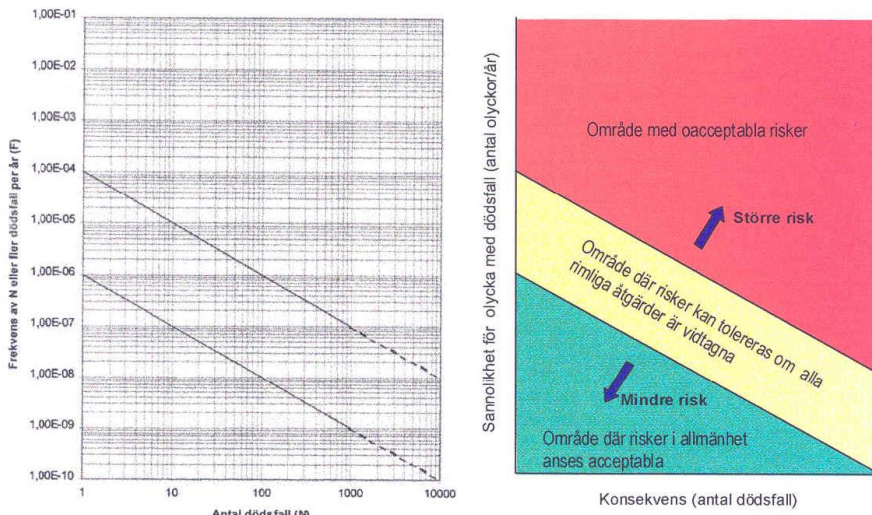
För individrisk föreslås i rapporten från Räddningsverket [5] följande kriterier:

- Övre gräns för ALARP-området:  $10^{-5}$  per år
- Undre gräns ALARP-området:  $10^{-7}$  per år

För samhällsrisk föreslås i rapporten från Räddningsverket [5] följande kriterier:

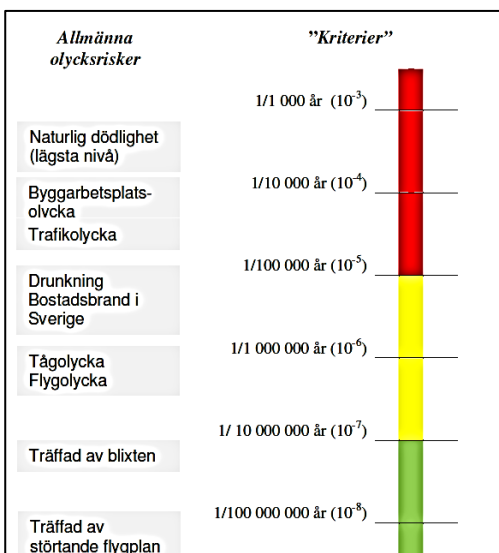
- Övre gräns för ALARP-området:  $10^{-4}$  per år för  $N=1$ , med lutning på FN-kurva: -1
- Undre gräns för ALARP-området:  $10^{-6}$  per år för  $N=1$ , med lutning på FN-kurva: -1

I figur 3 förtydligas appliceringen av DNV:s förslag på kriterier för samhällsrisk.



Figur 3. Räddningsverket via DNV – Förslag på kriterier för samhällsrisk [9].

För att få en bättre uppfattning om vad ovanstående risknivåer innebär presenteras några exempel på olika risknivåer i intervallet i figur 4.



Figur 4. Exempel på olika risknivåers innebörd. Med naturlig dödlighet menas den genomsnittliga naturliga dödsfallsrisken. Den varierar med ålder och kön, med lägst risk vid 7-8 års ålder då den naturliga dödsfallsrisken är cirka 1 på 10 000 per år.

I samband med samhällsplanering är det vidare viktigt att beakta kopplingen mellan risktagande och den samhällsnytta som erhålls av risktagandet [8 & 9].

## 2. Förutsättningar

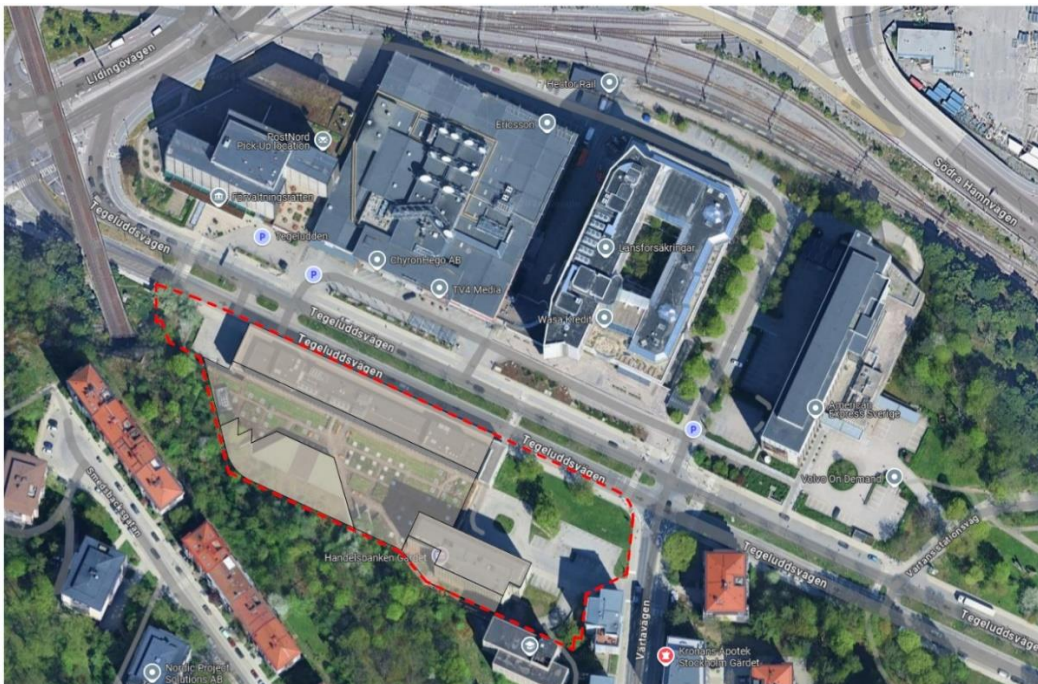
### 2.1 Områdesbeskrivning, orientering av planerad fastighetsutveckling

Inom Kv. Smedsbacken 25 planeras den befintliga kontorsbyggnaden utökas genom tillbyggnad av tre nya våningsplan samt utveckling av två nya volymer som kommer byggas samman med den befintliga byggnaden. Planerad utveckling av Kv. Smedsbacken med samfälligheten S34:2 illustreras i figur 5.



Figur 5. Översikt av detaljplanen och planerad utveckling inom Smedsbacken 25.

I Figur 6 presenteras planområdet i förhållandet i omgivningen.



Figur 6. Planområdet i förhållandet till omgivningen.

I figur 7 redogör planskisser för bottenvåning och våning 1.

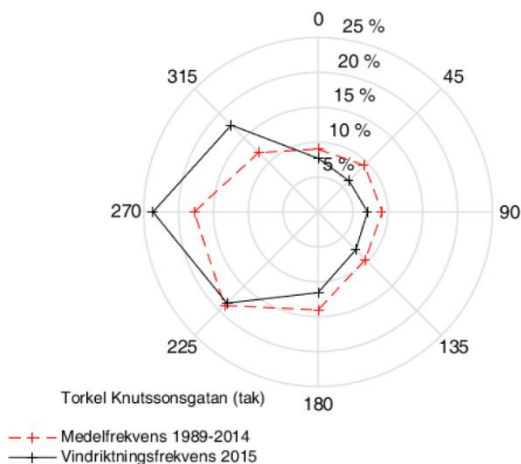


Figur 7. Planskisser som redogör för den tänkta dispositionen och planerade verksamheter.

Från planskisserna framgår att lokaler som vetter mot Tegeluddsvägen kommer att utföras med två av varandra oberoende utrymningsvägar. Kontorsbyggnaden, likt idag, kommer vidare att sprinklas som en egenambition utifrån den tilltänkta brandskyddslöningen. Att byggnaden fortsatt är tänkt att sprinklas har dock ingenting med den utvändiga riskexponeringen kopplat till farligt godsolyckor att göra.

## 2.2 Metrologiska förhållanden

I Stockholmsområdet är vindar från syd till väst de vanligaste, vilket innebär att i den statistiska skalningen ges spridningsfall för dessa vindriktningar en hög viktning. Vindros nedan visar uppmätt vindriktning år 2015 samt flerårsmedelvärde år 1989-2014 på Södermalm i Stockholm (bild tagen från framtagna luftutredning för Östra Hagastaden framtagna av SLB). Detta innebär att eventuell brandrök/gasutsläpp från riskkälla norr om Bremenfastigheterna/Smedsbacken 25, t.ex. Energihamnen, troligtvis ej sprider sig mot studerat område.



## 2.3 Farliga verksamheter och trafikförhållanden för farligt godstransporter

I närområdet finns vissa riskfyllda verksamhet som hanterar farligt gods vilka genererar farligt godstransporter på omkringliggande infrastrukturleder, dessa kan sammanfattas till följande:

- Stockholms hamnars verksamhet inom Frihamnen och Värtahamnen (viss mängd farligt gods samlas med färjetrafiken).
- Värtaverket och Energihamnen (bunkring av brandfarliga vätskor, omlastning LNG för tankning via båt samt hantering av mindre mängder ammoniaklösning och andra farliga kemikalier).
- Drivmedelstation St 1, Frihamnen
- Gasnätet i Stockholms reservanläggning för LNG, Frihamnen
- Lokala verksamheter på Lidingö såsom drivmedelstationer mm.

Tidigare riskfylld verksamhet i form av oljeverksamheten i Loudden har redan avvecklats och containerhamnen inom Värtan som genererade viss mängd farligt gods har flyttas till Norvik hamn.

Avståndet från studerat område till Värtaverket, Värtahamnen och Energihamnen är långa och betryggande.

Kopplat till den övergripande stadsutvecklingen inom Norra Djurgårdsstaden återfinns mindre osäkerhetsfaktorer kopplat till flytt/avveckling av nedanstående verksamheter.

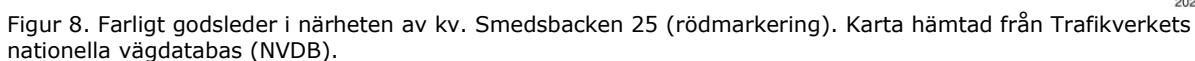
### Petrobells verksamhet i Loudden

Petrobells verksamhet som ligger i Loudden kommer inte att finnas kvar där i framtiden. Ett möjligt alternativ är Frihamnen ett annat är Energihamnen och ett sista är den avvecklas. Det finns inga representativa tider för när verksamheten avvecklas från Loudden.

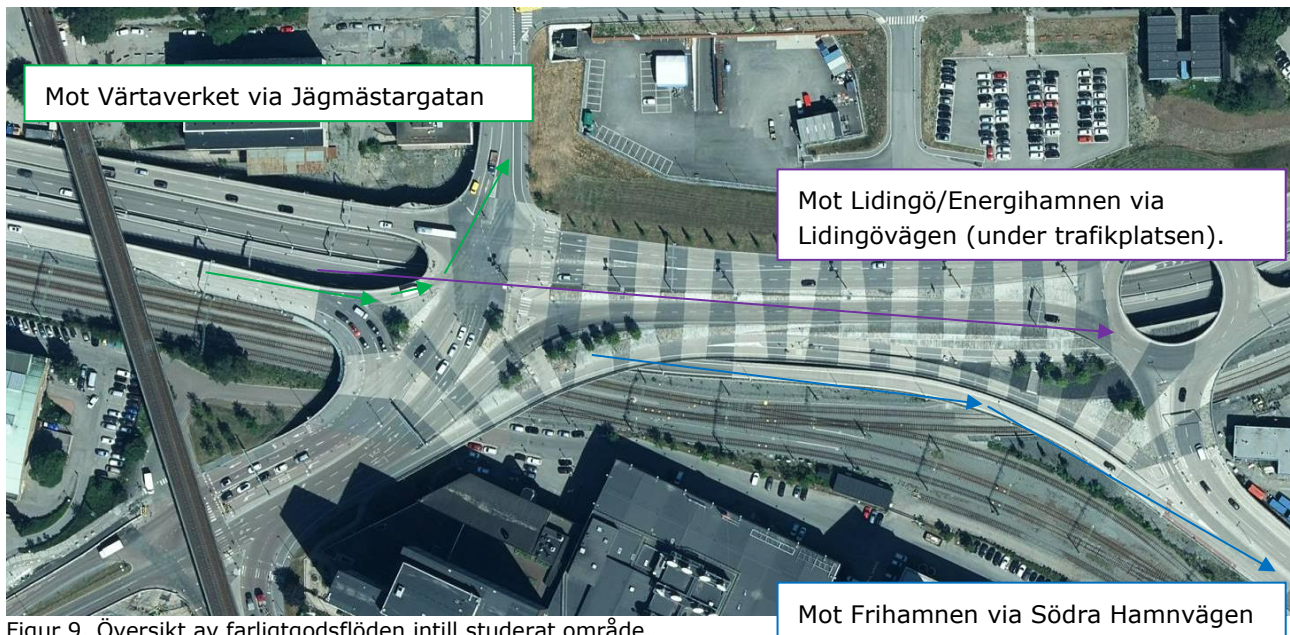
### Drivmedelsstation St1 vid Frihamnsporten

Planeras avvecklas i samband med utveckling av Södra Värtan och Frihamnsområdet. Exakt tid för avveckling är inte preciserad.

- Transporter mot Lidingö sker på Lidingövägen.
- Mindre mängder farligt gods, vari 25-% ammoniaklösning utgör den mer betydande mängden, transporteras till Värtaverket via Jägmästargatan
- Transporter till Energihamnen sker via Lidingövägen och Norra Hamnvägen
- Transporter i riktning mot Frihamnen/Loudden sker via Lidingövägen och Södra Hamnvägen. De kan också teoretisk transporteras via Tegeluddsvägen. Såväl Södra Hamnvägen som Tegeluddsvägen utgör sekundära farligt godsleder, se figur 8. Södra Hamnvägen är den skyltade vägen till/från Frihamnen och den mest naturliga att välja eftersom denna led nås via en direktanslutning till Norra Länken samt innebär kortast körsträcka. Baserat på detta är det rimligt att anta att transporter av farligt gods primärt sker via Södra Hamnvägen i riktning till/från Frihamnen. Det är även utgångspunkten i Stockholm stads långsiktigt trafikplanering med hänsyn till planerad stadsutvecklingen inom närliggande detaljplaner Södra Värtan och Valparaiso.



Sida 14 (41)



Figur 9. Översikt av farligt godsflöden intill studerat område.

Norra Länken/Lidingövägen utgör den primära farligt godsleden och förbindelsen till Energihamnen där störst kvantiteter farligt gods hanteras/kommer att hanteras i närområdet. Avstånd från Norra Länken/Lidingövägen med tillhörande av-/påfarter till Södra Hamnvägen till Kv. Smedsbacken 25 överstiger 200 meter. Avståndet från Lidingövägen och korsning mot Jägmästargatan till Kv. Smedsbacken 25 uppgår till ca 150 meter. Tegeluddsvägen, som är klassad som sekundär farligt godsled, ligger i direkt anslutning till Kv. Smedsbacken 25.

I samband med exploateringen av Södra Värtan, Loudden och Energihamnen kommer vidare trafikförutsättningarna förändras. Den stora förändringen är att tung trafik söderifrån kommer att ledas in till Norra Länken via Hamnpirsvägen och ny tunnel som kommer att uppföras inom detaljplan Valparaiso vilken förbinder Värtahamnen med påfart för Norra Länken. Den långsiktiga infrastrukturplaneringen utgår således från att tungtrafik inklusive farligt godstransporter från/till Frihamnsområdet ska framföras via Södra Hamnvägen och inte via Tegeluddsvägen.

Idag löper industrispåren som förbinder järnvägen Värtabanan med Stockholms hamnars verksamhet i Värtapiren och Frihamnen/Loudden utanför befintliga Bremenfastigheter. Avståndet till Smedsbacken 25 överstiger 150 meter. I linje med Stockholm stads långsiktiga utvecklingsplaner inom Norra Djurgårdsstaden är tanken att öka kapaciteten på den västra bangården och avveckla den östra bangården och de industrispår som leder till Frihamnen/Loudden, se figur 10 för orientering.



Figur 10. Översiktligt bild som redogör för den östra respektive västra rangerbangården

På Värtabanan transporteras endast gods. Banan har inte några restriktioner vad det gäller farligt gods utan det är målpunkterna som styr farligt godsflödet på banan. I enlighet med Trafikverkets prognos för 2040 uppgår antal tågrörelser till 8 per dygn (2x3 tåg Exergi samt 2x1 tåg Cementa) varav inget utgörs av farligt gods. Därtill har det nyligen kommit signaler om att Exergi även kan komma att börja köra koldioxid (bio-CCS) från Värtan, uppgiften är dock inte bekräftad. Enligt Exergis miljötillstånd kan transporter antingen komma att ske via spår eller via fartyg. Inom ramen för den MKB som ska tas fram för bio-CCS kommer riskerna för tredje man utredas. Om koldioxid skulle transporteras via spår skulle det enligt uppgifter från Trafikverket då sannolikt handla om 2x1 tåg per dygn extra, vilket betyder 10 tågrörelser per dygn.

## 2.4 Restriktioner avseende farligt godshantering inom hamnarna

Av betydande för det förväntade farligt godsflödet på transportleder (väg och järnväg) till/från är gällande kvantitetsbegränsningar avseende farligt godshantering inom Stockholms hamnarna fastslagna 2014 [12], vilka har utarbetats för att minimera konsekvenserna vid olycka involverande farligt gods. Restriktionerna är framtagna med hänsyn till säkerheten för färjeresenärer samt lokala förhållanden såsom närheten till bebyggelse, anläggningar och andra platser, där människor vanligen uppehåller sig. I tabell 1 följer de viktigaste restriktionerna avseende människors säkerhet:

Tabell 1. Restriktioner avseende farligt godshantering i [12].

<b>IMDG KLASS</b>	<b>Kommentar</b>
1.1	ämnen och föremål med risk för massexplosion, hanteras ej.
1.2	ämnen och föremål med risk för splitter och kaststycken men inte massexplosion, hanteras ej.
1.3	ämnen och föremål med risk för brand, och mindre risk för tryckvåg splitter och kaststycken, men inte för massexplosion

	<p>a) vars förbränning ger upphov till avsevärd strålningsvärme, eller</p> <p>b) vilka brinner efter varandra och ger upphov till mindre verkningar genom tryckvåg eller splitter och kaststycken.</p> <p>Maximal kvantitet: 10 000 kg nettovikt explosivämne.</p>
1.4	<p>ämnen och föremål med endast obetydlig explosionsrisk i händelse av antändning eller initiering under transport. Verkningsgraden är i stort sett begränsade till kollit och det kan inte förväntas splitter av betydande storlek eller utbredning. Brand utifrån får inte förorsaka praktiskt taget samtidig explosion av så gott som hela kollits innehåll.</p> <p>Maximal kvantitet: 75 000 kg nettovikt explosivämne.</p>
1.5	<p>Mycket okänsliga ämnen med risk för massexplosion men med mycket liten sannolikhet för initiering eller övergång från brand till detonation under normala transportförhållanden</p> <p>Maximal kvantitet: 10 000 kg nettovikt explosivämne.</p>
1.6	<p>Extremt okänsliga föremål utan risk för massexplosion. Föremålen innehåller endast extremt okänsliga ämnen och där sannolikheten för oavsiktlig antändning eller utbredning är försumbar.</p> <p>Maximal kvantitet: 10 000 kg nettovikt explosivämne.</p>
2.1	<p>Brandfarliga gaser (vilket motsvarar grupper betecknade med den versala bokstaven F).</p> <p>a) Lastade tankcontainrar, hanteras ej.</p> <p>b) Mindre förpackningar(gasflaskor), avgörs i varje enskilt fall. Förhandsförfrågan ska ske i god tid.</p> <p>UN 1950 Aerosoler omfattas inte av begränsningar.</p>
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser. Maximal kvantitet: 200 000 kg
2.3	Giftiga gaser, hanteras ej.
3	<p>Förpackningsgrupp I</p> <p>Produkter med en kokpunkt under 35°C, hanteras ej.</p> <p>Förpackningsgrupp II</p> <p>Produkter med flampunkt under 23°C, maximal kvantitet: 100 000 kg.</p> <p>Förpackningsgrupp III</p> <p>Produkter med flampunkt mellan 23°C och 60°C, maximal kvantitet: 150 000 kg.</p>
5.1	<p>Förpackningsgrupp I</p> <p>Oxiderande ämnen, maximal kvantitet, 10 000 kg.</p> <p>Förpackningsgrupp II</p> <p>Oxiderande ämnen, maximal kvantitet, 75 000 kg.</p> <p>Förpackningsgrupp III</p> <p>Oxiderande ämnen, maximal kvantitet, 100 000 kg.</p>
5.2	<p>Organiska peroxider, se även förteckning i IMDG-koden över organiska peroxider som är tillåtna för transport.</p> <p>a) typ A-D3, hanteras ej.</p> <p>b) typ E-G, maximal kvantitet, 100 000 kg.</p>

Gällande restriktioner innebär att de farligt godsklasser som är förknippade med större konsekvenser på omgivningen givet olycka t.ex. massexplosiver samt brännbar och giftig gas är förbjudna inom Värtapiren och Frihamnen där reguljär färjetrafik (passagerarfartyg) som samlastas med viss mängd gods (så kallade ROPAX) bedrivs. Kvantitetsbegränsningar gäller ej för Energihamnen där endast godsfartyg trafikerar.

## 2.5 Förväntade farligt godsflöden på närliggande transportleder

I följande avsnitt redogörs de dominerande farligt godsmängderna för respektive transportled i närhet till studerat område.

### 2.5.1 Norra länken/Lidingövägen

E4/E20 utgör en av de mest trafikerade vägarna i Sverige. Vid Norrtull delar sig vägarna, E4 går norrut, medan E20 fortsätter vidare österut mot Värtan. Såväl E4/E20 utgör primär transportled för farligt gods.

Den godkända säkerhetsdokumentationen för Norra Länken utgår från uppgifter om mängder farligt godstransporter hämtade från Räddningsverkets kartläggningar i [1] [8] samt uppgifter om lokala förhållanden. En sammanställning av inventeringen presenterad i figur 11.

Klass	Typ av farligt gods	Antal Transporter/år	
		Norra Station	Norra Länken (Lidingövägen)
1	Explosiva ämnen och föremål (E 20 nästan bara klass 1.4)	1687	34
2.1	Brandfarliga gaser	380 +1200	89+1200
2.2	Ikke brandfarliga, icke giftiga gaser	2200	414
2.3	Giftiga gaser	3	43
	Aerosoler (sprayfärg mm)	-	672
3	Brandfarliga vätskor	20753	16190
4.1	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och okänsliggjorda explosivämnen	193	147 (totalt)
4.2	Självantändande ämnen	16	
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	93	
5.1	Oxiderande ämnen	149	349
5.2	Organiska peroxider	1	
6.1	Giftiga ämnen	526	228
	Smittförande ämnen	193	
7	Radioaktiva ämnen	5	-
8	Frätande ämnen	1360	1763
9	Övriga farliga ämnen och föremål	1190	1377
Alla klasser		30912	22610

Figur 11. Sammanställning av indata vad gäller farligt godstransport enligt Norra Länkens säkerhetsdokumentation.

Som följd av avvecklingen av de farliga verksamheterna på Loudden har vidare en större förändring av farligt godsflödet som presenteras ovan skett. Mängden brandfarliga vätskor har drastiskt sjunkit.

Till följd av avvecklingarna inom Loudden finns ett förslag som möjliggör Stockholm Hamnars framtida bunkringsbehov inom Energihamnen. Uppgifter från Stockholm Hamnar tydliggör att följande mängder kan komma att behöva lagras inom Energihamnen:

- 2 cisterner för Heavy Fuel Oil på minimum 14 000 m<sup>3</sup>
- 2 cisterner för brännolja respektive diesel på minimum 4 800 m<sup>3</sup>
- 1 cistern för bensin på minimum 1 200 m<sup>3</sup>
- LNG-transporter som idag utgår från Loudden. Enligt uppgifter från Stockholms hamnar kan antalet komma att fördubblas i en framtid.

Bränsletransporter till depån kommer i huvudsak att ske med fartyg och i mindre omfattning med tankbilar. De farligt godstransporter på väg som den framtida utvecklingen av Energihamnen kan förväntas ge upphov till utgörs av redogjorda LNG-transporter samt ett mindre antal tankbilstransporter av brandfarlig vätska ut till närliggande verksamheter såsom exempelvis sjömackar.

Förutom de större målpunkter inom hamnområdet tillsammans med befintliga drivmedelstationer i närområdet utgör Stockholms Exergis verksamhet inom Värtaverket samt lokala verksamheter på Lidingö (drivmedelstationer, Lidingöverket, Käppalaverket, Lotrec AB samt Bigner & Co) de primära målpunkter som ger upphov till farligt godstransporter på Norra länken/Lidingövägen.

Utifrån ovanstående kan konstateras att det är olyckor med brandfarlig gas (LNG) samt brandfarliga vätskor som förväntas vara riskstyrande utmed Norra länken/Lidingövägen till Energihamnen. I målpunktanalysen har viss mängd oxiderande ämne (väteperoxid <50%) identifierats. Vattenlösningar med <60% väteperoxid är förknippade med liten brandfara och måttlig reaktivetsfara och bedöms ej kunna leda till explosion. Inga verksamheter som hanterar ammoniumnitrat har identifierats. Vidare transporteras ca 200 transporter 25%-ammoniaklösning till Värtaverket per år. Inga verksamheter som ger upphov till transporter av explosivt ämnen klass 1.1. eller bulktransporter av giftiga gaser såsom klorgas eller ren ammoniak har identifierats.

Vid en framtida anslutning av Norra länken till en Östlig förbindelse skulle transporterna av farligt gods kunna öka i och med en närmare förbindelse mellan dels Bergs oljehamn samt LNG-terminal i Nynäshamn. Omfattningen av en sådan ökning är svår att uppskatta i och med att en eventuell Östlig förbindelse ligger oklart i tid. Det är vidare oklart om en eventuell byggnation av Östlig förbindelse påverkar riskexponeringen för studerat område. Detta är avhängt utformningen trafikplatserna och anslutningen till Norra länken. Det ska noteras att Östlig förbindelse inte finns med i trafikverkets prognoser för 2040.

### 2.5.2 Södra Hamnvägen

De farligt godstransporter som kan komma att transporteras på Södra Hamnvägen eller Tegelluddsvägen (mest troligen Södra Hamnvägen enligt redogörelse enligt ovan avsnitt) efter utbyggnad av planområdet utgörs av:

- Tankbilstransport till Petrobell i Frihamnen
- Transport av styckegods till/från Frihamnen (viss farligt gods samlas med färjetrafiken)

Förväntad mängd farligt gods som ovan verksamheter ger upphov till sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av förväntat antal farligt godstransporter på Södra Hamnvägen per år utifrån dagen trafiksituation.

Verksamhet/Destination	Typ av farligt gods	Antal transporter per år
Petrobell / Oklar destination (Frihamnen, energihamnen, avvecklas)	Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)	180
Frihamnen (färjetrafik)	Styckegods av primärt klass 3, 8 och 9.	50-100
<b>Totalt antal</b>		<b>130-280</b>

Drivmedelstationen St 1 som idag genererar farligt gods men som enligt plan kommer vara avvecklad innan planområdet är utbyggt. Då tiden för avveckling inte är 100 % säkerställd beaktas nedan transportmängder i riskanalysen.

St1 / Frihamnsområdet (ska avvecklas)	- Bulktransport brandfarliga vätskor (bensin, diesel ADR-S Klass 3) - Växelflak med fordonsgas (ADR-S Klass 2.1)	107 400
--	---	------------

Värden för antal transporter och typ av transporter till Petrobell, St1 och Frihamnen är tagna från tidigare utförd riskutredning för Södra Värtan [6].

I Frihamnen har Gasnätet i Stockholm en reservanläggning för LNG. Den flytande gasen levereras till anläggningen med tankbil. Vid normal drift är anläggningen i Högdalen huvudanläggning för stadsgastillförseln och i Mårtensdal finns en blandningsanläggning som är spets- och reservanläggning. Eftersom anläggningen i Frihamnen utgör en reservanläggning förväntas transporter av LNG till anläggningen begränsas till enstaka transporter under relativt korta tidsperioder. Dessa transporter bedöms vara så få i antal att de ej bidrar till riskbilden. Själva reservanläggningen ligger på betryggande avståndet från detaljplaneområdet varför anläggningen inte utgör en riskkälla för det studerade området.

Givet målpunkternas hantering är en rimlig förutsättning för fortsatt riskanalys att riskexponering utmed Södra Hamnvägen efter det att planområdet är utbyggd kan förväntas styras av olyckor med brandfarlig vätska.

### 2.5.3 Värtabanans industrijärnvägsspår

På Värtabanan transporteras endast gods. Det finns inga restriktioner för vilka farligt godsklasser och mängder som får transporteras på Värtabanan, utan detta styrs av målpunkternas verksamhet. Med stöd från detta anses det inte vara lämpligt att utgå från generell statistik baserat på kartläggningar över de stora transportstråken vid riskbedömning. Prognoser för 2040 indikerar 8-10 tågrörelser per dygn.

Som det ser ut idag är det enbart reguljär färjetrafik (passagerarfartyg) som samlastas med viss mängd gods (så kallade ROPAX), vilka trafikerar hamnverksamheten. Det järnvägsgods som Stockholm Hamnars verksamhet primärt ger upphov till i dagsläget utgörs av transporter av nyttillverkade bilar som lastas om på järnvägsvagn i Värtahamnen. Inga fartyg som transporterar spårbunden farligt gods anlöper Värtahamnen.

Givetvis kan inte uteslutas att nya rederier, med kapacitet att hantera spårbundet gods, börjar angöra Värtahamnen i framtiden. I enlighet med Stadens strategi att flytta den tyngre godshantering till Norvik anses en utveckling som innebär en betydande ökning av farligt godstransporter på Värtabanen som osannolik. Tas hänsyn till att det inom Energihamnen skulle kunna bli intressant att flytta över viss del farligt godshantering från fartyg och lastbil till järnväg, rör det sig om transporter innehållande brandfarlig vätska klass 3. Sådana vätskor är förknippade med en hög flampunkt ( $>55\text{ °C}$ ) och en väldigt låg sannolikhet för antändning givet utsläpp till atmosfären. Inte heller detta är någon sannolik utveckling, med avseende på att infrastruktur inom Energihamnen ej är/planeras att anpassas för lossning/lastning via järnvägen.

Kopplat till den planerade anläggningen Bio-CCS inom energihamnen kan det bli aktuellt att transportera koldioxid i form av kylkondenserad vätska. Koldioxid är inte klassat som giftig eller brandfarlig gas, men kan vid spridning i luft medföra risk för kvävning vilket är den primära olycksrisken.

Med stöd utifrån inventeringen avseende målpunkternas farligt godshantering kan konstateras att mängden farligt godstransport som är att förvänta på Värtabanen i framtiden är mycket begränsad.

### 3. Riskanalys

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor (avsnitt 3.1) i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Identifierade risker analyseras vidare via kvalitativa och kvantitativa bedömningar, dessa i tur ligger till grund för att jämföra den förväntade risknivån med föreslagna acceptanskriterier i avsnitt 1.6.

#### 3.1 Riskinventering och konsekvensbedömning

I Bilaga A redogörs för klassificering av farligt gods enligt ADR-S samt de potentiella skadescenarier som kan uppstå för respektive farligt godsklass. Baserat på denna övergripande konsekvensredogörelse och beskrivna förutsättningar enligt avsnitt 2 görs följande slutsatser:

- Det långa avståndet till Värtaverket, Värtahamnen och Energihamnen är betryggande. Farligt godshanteringen inom dessa verksamheter bedöms ej utgöra något direkt hot för människor inom planområdet vid händelse av en olycka.
- Tunnelbanan som går på bro och angränsar till Kv. Smedsbacken 25 på ett avstånd om ca 20 meter bedöms ej utgöra något direkt hot för människor inom planområdet vid uppkomst av tågbrand eller urspårning.
- Farligt godsolycka på Norra länken, med tillhörande avfart mot södra Hamnvägen, som ligger på ett avstånd som lägst ca 200 meter från Kv. Smedsbacken 25 bedöms ej utgöra något hot för människor inom planområdet.
- Farligt godsolycka involverande brandfarliga och giftiga gaser till Värtaverket från Lidingövägen mot Jägmästargatan som ligger på ett avstånd om ca 150 meter från Kv. Smedsbacken 25 bedöms ej utgöra något hot för människor inom planområdet.
- Olyckshändelser på industrijärnvägsspår såsom urspårning, farligt godsolycka och godstågsbrand som ligger på ett avstånd om ca 150 meter från Kv. Smedsbacken 25 bedöms ej utgöra något hot för människor inom planområdet.

#### 3.2 Riskvärdering - Samlad bedömning

Baserat på de långa avstånden som föreligger mellan Kv. Smedsbacken 25 och närliggande transportleder där farligt gods transporteras konstateras en mycket robust riskbild. Inga olycksrisker som bedöms utgöra ett hot för människor inom planområdet har identifierats.

I jämförelse med den riskbild som varit förknippad med fastigheten tidigare förväntas betydligt mer gynnsamma riskförutsättningar framledes.

## 4. Känslighetsanalys

Risikanalyser är alltid förknippade med osäkerheter, framförallt rör osäkerheterna antagna mängder farligt godstransporter och fördelningar mellan de olika klasserna. Ändrade mängder eller fördelningar kan komma att påverka risknivå i både positivt som negativ bemärkelse. Givet de robusta skyddsavstånden från planområdet till identifierade riskkällor bedöms inga framtida förändringar i farligt godsflödet kunna påverka riskbilden i stort.

Som förtydligat i analysen utgår den långsiktiga infrastrukturplaneringen att tung trafik inklusive farligt godstransporter till/från Frihamnsområdet ska framföras via Södra Hamnvägen och ej via Tegeluudsvägen. Tegeluudsvägen är dock fortsatt en sekundär farligt godsled. Således kan inte helt uteslutas att farligt godstransporter kan komma att framföras på vägen i framtiden. Därav analyseras en teoretiskt potentiell riskexponering utmed Tegeluudsvägen inom ramen för känslighetsanalysen.

Utifrån inventeringen av farligt godstransporter på Södra Hamnvägen/Tegeluudsvägen framgår det att:

- Det är primärt brandfarlig vätskor som transporteras på Södra Hamnvägen/Tegeluudsvägen och som vid en olycka skulle kunna påverka människor inom planområdet.
- Fram till dess att drivmedelstationen St 1 är avetablerad transporteras även fordonsgas på växelflak på Södra Hamnvägen/Tegeluudsvägen. En olycka med fordonsgas på Tegeluudsvägen skulle kunna påverka människor inom planområdet.

Övriga farligt godsklasser som kan förväntas transporteras till Frihamnen såsom frätande ämnen (klass 8) samt magnetiska föremål och övriga farliga ämnen (ADR-S klass 9) förknippas med konsekvenser som begränsas till det direkta närområdet kring olycksplatsen.

Med utgångspunkt i en risksituation där drivmedelstationen St 1 är kvar och Petrobells verksamhet antas flyttad från Loudden till Frihamnen har den teoretiska maximala riskexponeringen utmed Tegeluudsvägen analyserats. Utgångspunkten i riskberäkningarna är att allt farligt gods antas framföras på Tegeluudsvägen istället för på Södra Hamnvägen. I tabell 3 återfinns indata för riskberäkningar.

Tabell 3. Indata för riskberäkningar.

ADR-S Klass	Typ av farligt gods	Antal transporter per år
2.1	Brandfarliga gaser (främst fordonsgas på Växelflak)	400 (St1)
3	Brandfarliga vätskor (främst besin, diesel)	180 (Petrobell) 107 (St1) 50 (Frihamnen) <b>Totalt: 337</b>
<b>Totalt antal samtliga klasser</b>		<b>737</b>

Detaljerade olycksfrekvens- och konsekvensberäkningar för de potentiella olycksförloppen som är förknippade med ovan transportslag återfinns i bilaga B & C vilka i tur ligger till grund för beräkning av individ- och samhällsrisknivå.

Resultaten från genomförda beräkningarna tydliggör att sannolikheten för ett olycksförlopp som innebär fara för människor inom studerat område är osannolikt. Med hänsyn till att den maximalt tillåtna hastigheten uppgår till 50 km/h på Tegeluiddsvägen samt att det endast föreligger en körriktning (ingen risk för frontalkollision) är det väldigt osannolikt att en eller flera gasflaskor eller en tank med brandfarlig vätska kommer till skada vid en fordonsolycka, detta med hänsyn till förväntat krockvåld som föreligger vid en t.ex. upphinnandeolycka. Dessa trafikala förutsättningar tillsammans med ett litet farligt godsflöde medför låga olycksfrekvenser.

### Teoretisk individrisknivå utmed Tegeluiddsvägen

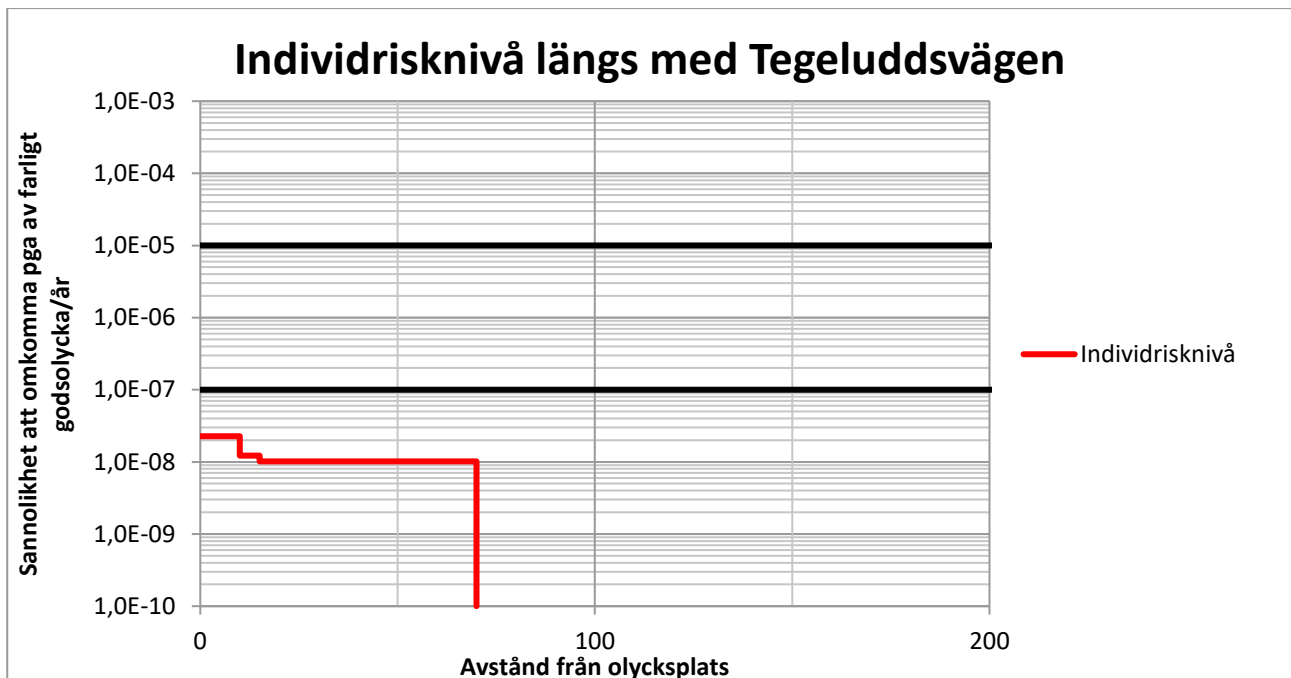
Beräkning av den platsspecifika individrisknivån redovisas i form av en individriskprofil som anger den avståndsbaserade frekvensen att en person ska omkomma till följd av analyserade olyckshändelser.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde  $\geq 100$  meter.

Vid redovisning av individrisken behöver hänsyn tas till att skadeområden för olycksscenarier skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studerats (1 km). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning.

Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots bedömda påverkanszon inom vilken människor bedöms förolyckas. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde om ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.

Genomförda individriskberäkningar resulterar i individrisknivå som återges i figur 12.



Figur 12. Beräknad individrisknivå på olika avstånd från olycksplats med farligt gods.

Resultaten påvisar acceptabla individrisknivåer i Tegeluiddsvägens direkta närhet med god marginal till acceptanskriterierna enligt avsnitt 1.6.

## **Teoretisk samhällsrisknivå utmed Tegeluddsvägen inom planområdet**

En mer kvalitativ ansats görs för att kvantifiera samhällsrisken.

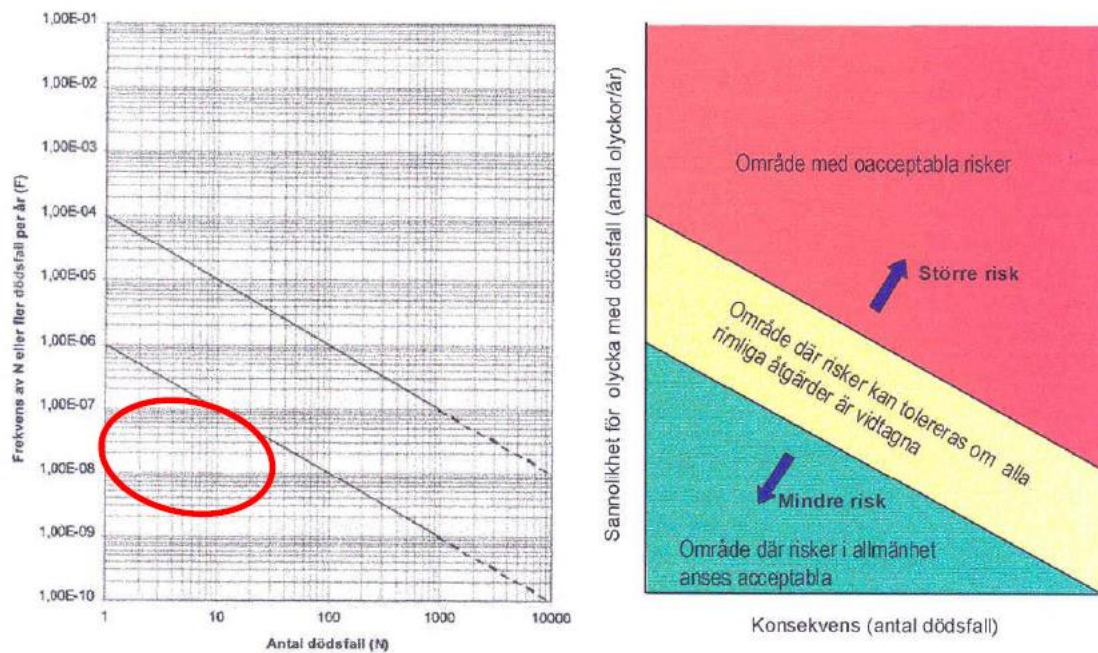
De mest kritiska olycksscenario vid olycka med brandfarlig gas (ADR-S Klass 2.1) kommer vara explosionsartade förlopp (gasmolnsexplosion eller kärlsprängning) och med brandfarlig vätska (ADR-S Klass 3) kommer det mest kritiska olycksscenariot vara en tankbilsolycka som ger upphov till spill och vidare en pölbrand.

Vid explosionsartade förlopp bedöms en explosion kunna föranleda fönsterkross som innebär att människor inomhus kan komma att bli exponerade av splitter och flygande föremål. En efterföljande brand riskerar även att kunna sprida sig i byggnaden. Installerat sprinklersystem bedöms dock begränsa en invändig brandspridning effektivt under ett utrymningsförlopp. Primärt riskerar människor direkt innanför fasad att kunna förolyckas/allvarligt. Sett till det tämligen utdragna olycksförlopp som t.ex. kärlsprängning är förknippade med bedöms människor i närområdet ha goda möjligheter att försätta sig i säkerhet. Att fler än ett fåtal människor allvarligt påverkas/förolyckas bedöms som osannolikt utifrån hur de karakteristiska olycksförloppen.

Vid en pölbrand föreligger enligt strålningsberäkningar risk för brandspridning till byggnaden. Människor inomhus förväntas dock vara skyddade från direkt dödliga strålningsnivåer i det tidiga skedet till dess att glaspartier går sönder och brandspridning in i byggnad uppstår. Sprinklersystemet förväntas vidare begränsa en invändig brandspridning och personer som befinner sig i byggnaden kan i stort förväntas hinna utrymma innan kritiska förhållanden uppstår. Människor utomhus som ej hinner försätta sig i säkerhet bedöms allvarligt kunna påverkas/förolyckas. Att fler än enstaka människor allvarligt påverkas/förolyckas vid händelse av en pölbrand bedöms som osannolikt.

I relation till beräknade olycksfrekvens för ovan redogjorda olycksförlopp kan enligt acceptanskriterierna för samhällsrisknivå presenterad i avsnitt 1.6 cirka 10 omkomna accepteras innan risknivå hamnar inom ALARP-området. Utifrån studerade olycksförlopp bedöms det inte troligt att antalet omkomna överstiger 10 människor i omgivningen vid en farligt godsolycka på Tegeluddsvägen.

Indikativa samhällsrisknivåer baserat på kvalitativa konsekvensbedömningar och redogjorda olycksfrekvenser presenteras i figur 13. Av bedömningarna går att utläsa att den potentiella samhällsrisknivån är att betrakta som acceptabel. Redogjorda samhällsrisknivåer återger en riskbild fram till dess att drivmedelstationen St 1 är avvecklad.



Figur 13. Risknivåer utmed Tegeluddsvägen som återspeglar en riskbild som utgår från att förväntad farligt godsflöde på Södra Hamnvägen i stället framförs på Tegeluddsvägen.

### Samlad bedömning utifrån känslighetsanalysen resultat

De låga risknivåerna indikerar att genomförbarheten av Smedsbacken 25 utifrån ett riskperspektiv inte är avhängt att farligt godstransporter inte framförs på Tegeluddsvägen. En omklassificering av Tegeluddsvägen skulle dock ta bort osäkerheter och framför allt skapa en totalt sett bättre risksituation då farligt gods med större säkerhet framförs på den mest lämpliga vägsträckan. Det rekommenderas därför att Stockholm stad i samverkan med Länsstyrelsen fortsatt analyserar möjligheterna till att avklassa Tegleuddsvägen som sekundär farligt godsled.

## 5. Slutsatser

Utförd riskanalys påvisar att den samlade riskexponeringen för människor inom studerat område är och i i framtiden kan förväntas vara mycket låg. Godtagbara individ och samhällsrisknivåer är att förväntas. I jämförelse med den riskbild som varit förknippad med fastigheterna tidigare förväntas betydligt mer gynnsamma riskförutsättningar framledes. Förväntad riskbild bedöms skapa förutsättningar för att utveckla studerat område mer en högre persontäthet.

Slutsatsen är att planerad fastighetsutveckling inom Kv. Smedsbacken 25 är möjlig att genomföra utifrån ett riskhanteringsperspektiv.

Inga särskilda säkerhetshöjande bedöms nödvändiga för att säkerställa godtagbara risknivåer. Den planbestämmelse som reglerar sprinkler enligt gällande detaljplan kan således utgå sett till den förändrade riskbilden.

Aktuell klassning av Tegeluddsvägen uppmuntras att ses över i samråd med Länsstyrelsen. Detta då det är viktigt att styra farligt gods utifrån den körsträckning som är säkrast trafikalt och innebär minst riskexponering i omgivningen.

## Referenser

- [1] Räddningsverket, Boverket, Vägverket, *Farligt Gods på vägnätet - Underlag för samhällsplanering*, Räddningsverket, Karlstad, 1998.
- [2] Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*, 2006.
- [3] *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, Länsstyrelsen i Stockholms län, Fakta 2016:4.
- [4] *Handbok för riskanalys*, Räddningsverket, 2003.
- [5] Räddningsverket (bl.a. i samarbete med DNV), *Värdering av risk*, ISBN 91-88890-82-1, 1997.
- [6] *Riskutredning avseende människors hälsa. Underlagsrapport för MKB, Södra Värtan*, RiskTec Projektledning, 2016 rev 2020.
- [7] [http://www.stockholmshamnar.se/siteassets/om-oss/tilltrade--sakerhet/bilagor-driftforeskrifter/bilaga9\\_farligt\\_gods\\_kvalitetsbegransningar.pdf](http://www.stockholmshamnar.se/siteassets/om-oss/tilltrade--sakerhet/bilagor-driftforeskrifter/bilaga9_farligt_gods_kvalitetsbegransningar.pdf)
- [8] SRV, Kartläggning av farligt godstransporter, september 2006, Statens Räddningsverk, 2006.
- [9] *Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*, Räddningsverket 1996.
- [11] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg (i samarbete med FOA risk & VBB Samhällsbyggnad), *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn – Transporter av farligt gods*, Bilaga 1-5, Dnr: 758/92, 1999.
- [12] *Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka*. Vägverket publikation 2005:55
- [13] *Farligt godsolyckor med ammoniaklösning, konsekvensbeskrivning*, Stefan Lamnevik AB, 2009.
- [14] *Översiktlig riskutredning Norra Djurgårdsstaden, version 3*, RiskTec Projektledning AB, 2016.
- [15] *Riskanalys avseende farligt gods – Kv Smedsbacken*, Ramböll, 2005.

## Bilaga A – Allmänt om farligt gods

I vilken grad människor, som befinner sig i närheten av en farligt godsolycka, påverkas beror bl.a. på vilket ämne som frigörs, olyckseffekt och exponeringsgrad. Många farliga ämnen påverkar endast det direkta närområdet till olycksplatsen och kräver att människor kommer i direktkontakt med ämnet för att skadas. En del farligt godsklasser kan dock ge upphov till konsekvenser på längre avstånd och på så sätt komma att påverka omgivningen negativt.

Farligt gods delas in i klasser utefter de egenskaper ämnet har enligt ADR-S för vägtransporter. De farligt godsklasser som kan leda till allvarliga konsekvenser med omkomna människor är främst explosiva ämnen och föremål (klass 1.1), brandfarliga gaser (klass 2.1), giftiga gaser (klass 2.3), brandfarliga vätskor (klass 3) och oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Övriga farligt godsklasser än de som redovisas ovan förknippas med konsekvenser som begränsas till närområdet kring olycksplatsen [1]. Till denna grupp härleds icke brännbara, icke giftiga gaser (klass 2.2), brandfarliga fasta ämnen (klass 4), giftiga ämnen (klass 6), radioaktiva ämnen och föremål (klass 7), frätande ämnen (klass 8) samt magnetiska föremål och övriga farliga ämnen (klass 9).

I tabell 4 följer en kort sammanställning av de olika farligt godsklasserna som vid olycka bedöms kunna ge upphov till livshotande skador på människor inom studerat område samt de potentiella skadescenarier som kan uppstå.

Tabell 4. Sammanställning av de för analysen relevanta farligt godsklasser samt de potentiella skadescenarier som kan uppstå vid olycka.

Farligt godsklass	Olyckseffekt
<b>Klass 1</b> <b>Explosiva ämnen och föremål</b>  <i>Sprängämnen, ammunition, fyrverkerier etc.</i>	<p>Farligt gods klass 1.1. <i>Massexplosiva ämnen</i> kan skada människor på ett stort avstånd från olycksplatsen. Vid detonation av massexplosiva ämnen uppkommer stora tryckvågor i omgivningen. Byggnader och människor inom dessa kan komma att ta skada på stora avstånd. Uppkommen tryckvågen kan föranleda skada på trumhinnor och lungor samt kan omkullkastning leda till att människor utomhus förolyckas.</p> <p>En explosion nära byggnader kan leda till att väggar och liknande raseras och att människor skadas/omkommer på grund av detta. Fönster som krossas leder till glassplitter. Riskgrupp 1.2-1.6 innebär ingen risk för massexlosion utan begränsar sig till risk för splitter och kaststycken vid olycka. Konsekvenserna är normalt begränsade till närområdet och bedöms inte påverka byggnaders integritet.</p>
<b>Klass 2.1</b> <b>Brandfarliga gaser</b>  <i>Kväve, gasol, vätgas etc.</i>	<p>En olycka med farligt gods i klass 2.1 kan få olika skadeverkan.</p> <p><i>Jetflamma</i> – En jetflamma bildas om utströmmande gas under tryck antänds direkt. Störst blir olyckseffekten (flammans längd) om utsläppet sker i vätskenivå. Människor kan förolyckas genom hög värmestrålning.</p> <p><i>Gasmolnsbrand/-explosion</i> – Ett gasmoln bildas om den utströmmande gasen inte antänds direkt. Molnet kan då driva iväg och antändas i ett senare skede. Antändning av gasmoln i det fria karakteriseras vanligtvis av en gasmolnsbrand, men kan under ogynnsamma förutsättningar även resultera i ett förlopp med övertryckeffekter. Människor kan således komma att påverkas av såväl höga värmedoser som övertryckeffekter.</p>

	<i>BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)</i> – En BLEVE kan uppstå då en tank kraftigt upphettas exempelvis av en brand. Olyckseffekten blir värmestrålning och splitter och människor kan skadas på stora avstånd. Då BLEVE uppstår en tid efter upphettning har påbörjats får människor i området chans att sätta sig själva i säkerhet.
<b>Klass 2.3</b> <b>Giftiga gaser</b>  <i>Klor, ammoniak etc.</i>	Olyckseffekten av ett utsläpp av giftig gas beror mycket på omgivande faktorer såsom väderförhållanden och topografi. Människor kan förolyckas av förgiftning och/eller drabbas av frätskador på stora avstånd från olycksplatsen.
<b>Klass 3</b> <b>Brandfarliga vätskor</b>  <i>Bensin, diesel, acetone etc.</i>	<p>Ett utsläpp av farligt gods klass 3 är primärt förknippat med uppkomst av en pölbrand vars värmestrålning kan orsaka brännskador på människor samt sprida brand till närliggande byggnader.</p> <p>Människor som befinner sig utomhus förväntas inte omkomma från avgiven strålning från en pölbrand, då det är troligt att dessa människor flyr undan värmen innan de förolyckas.</p>
<b>Klass 5</b> <b>Oxiderande ämnen och organiska peroxider</b>  <i>Svavel, fosfor, kiseljärn etc.</i>	Ett utsläpp av farligt gods klass 5 innebär i sig ingen risk för omgivningen. Om ett utsläpp av klass 5 kommer i kontakt och blandas med t.ex. brännbara vätskor (bensin m.m.) kan dock konsekvensen bli en mycket kraftig explosion.

## Referenser för Bilaga A

- [1] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg (i samarbete med FOA risk & VBB Samhällsbyggnad), *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn – Transporter av farligt gods*, Bilaga 1-5, Dnr: 758/92, 1999.

## Bilaga B - Frekvensberäkningar

### Frekvens för olycka med farligt gods per år

I denna bilaga beräknas sannolikheten för att ett skadescenario uppstår givet att en trafikolycka involverande farligt gods inträffar på den aktuella vägsträckan på Tegeluddsvägen där denna passerar planområdet. Bedömning av frekvensen för en olycka med farligt gods som leder till utsläpp görs enligt metod som beskrivs i Vägverkets rapport *Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka* [1]. Beräkningarna görs för en transportled i stadsmiljö med hastighet 50 km/h (gällande hastighetsbegränsning för Tegeluddsvägen). Beräkningar utförs för en normerad sträcka av 1 km eftersom det är efter detta som acceptanskriterierna i avsnitt 1.6 är anpassade efter.

Frekvensen för farliga olycksscenario som kan komma att uppstå givet en trafikolycka med farligt gods ( $P_0$ ) beräknas enligt följande formel.

$$P_0 = N \times Q \times P_u \times F \times 10^{-6}$$

Den indata som används i beräkningar kan åskådliggöras i tabell 4 nedan.

Tabell 5. Indata för bedömning av sannolikhet för olycka med farligt gods.

Variabel	Värde från [1]
Q (Olycksfrekvens/miljon fordonskilometer)	1,2
F (Antal fordon/olycka)	1,8
$P_u$ (Sannolikhet för läckage vid tjock tankvägg)	0,0004
$P_u$ (Sannolikhet för läckage vid tunn tankvägg)	0,019

N utgör antalet farligt godstransporter och utgår från resultaten från utförd inventering i avsnitt 2.3 enligt nedan sammanställning.

ADR-S Klass	Typ av farligt gods	Antal transporter per år
2.1	Brandfarliga gaser (främst fordonsgas på Växelflak)	400 (St1)
3	Brandfarliga vätskor (främst besin, diesel)	180 (Petrobell) 107 (St1) 50 (Frihamnen) <b>Totalt: 337</b>
<b>Totalt antal samtliga klasser</b>		<b>737</b>

Med ovan indata beräknas frekvensen för farliga olycksscenario som kan komma att uppstå givet en trafikolycka med respektive farligt godsklass i nedanstående avsnitt.

## B.1. Frekvens för olycka med gasflak (ADR-S Klass 2.1)

Baserat på att farligt godsinventeringen görs här en uppdelning avseende olycka involverande transport av tryckkomprimerad brandfarlig gas i växelflak.

För att en olycka med klass 2.1 ska leda till konsekvenser för omgivningen krävs att det farliga godset sprids utanför behållaren och sedan antändas. För tjockväggiga tankar reduceras värdet för att tank skadas i samband med olycka med en faktor 30 gentemot sannolikheten för att en tunnväggig tank skadas [1].

Ett läckage av tryckkomprimerad gas kan resultera i följande händelseförlopp:

- Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand
- Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion
- Uppvärmning av flak som leder till kärleksprängning.

Enligt VROM [2] kan följande sannolikheter för de olika händelseförloppen givet olycka och skada på en transport av tryckkomprimerad brandfarlig gas i växelflak:

- Ingen antändning: 30 %
- Direkt antändning (Jetflamma): 19 %
- Kärleksprängning: 1 %
- Fördröjd antändning (gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion): 50 %

Dessa värden bedöms rimliga och tillämpas vidare i denna analys. Enligt VROM [2] kan vidare fördelningen mellan gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion givet en fördröjd antändning ansättas till 60/40 %. Noteras ska att denna fördelning primärt är applicerbar för bulktransporter.

Det finns olika lösningar på utförande av gasflak. En av de vanligare transportörerna på marknaden är AGA. AGA:s modell bygger på lastväxlarflak. Flaken är fylld med 147 flaskor à 50 liter (geometrisk volym), vilket motsvarar 7,35 m<sup>3</sup>. Vid ett tryck av 200 bar, kan ca 1900 Nm<sup>3</sup> gas lagras per flak, vilket motsvarar ca 1500 kg. Flaken är konstruerade som ett ramverk av stål och fungerar som påkörningsskydd, se figur 14.



Figur 14. Exempel på gasflak.

Långsidorna är öppna bortsett från några tvärgående balkar, men för att skydda flaskorna ligger dessa ca 25 cm in från flakets långsidor. Gasflaskorna är i sig väldigt robusta mot bakgrund av de höga tryck de är utformade för. För att minimera utsläppt volym gas vid en eventuell olycka eller ett läckage är flaskorna uppdelade i 6 sektioner, vilka sedan är indelade i mindre grupper. Ett maximalt utsläpp till följd av en olycka där en sektion skadas omfattar således 1/6 av befintliga flaskor, vilket motsvarar ca 230 kg biogas.

Följande olycksfrekvenser beräknas för de dimensionerande händelseförloppen:

#### B.1.1. **Jetflamma**

Sannolikheten för direkt antändning givet utsläpp som föranleder en jetflamma beräknas med följande indata.

Andel	
$P_u$ (Sannolikhet hål i tjock tankvägg)	0,0004 [1]
Sannolikhet direkt antändning	0,19

Sannolikheten för att jetflamma ska uppstå givet en olycka involverande tryckkomprimerad biogas på Tegeluddsvägen beräknas till ca 6,6 E-08 per år.

#### B.1.2. **Gasmolnsbrand**

Sannolikheten för en fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand beräknas med följande indata.

Andel	
$P_u$ (Sannolikhet hål i tjock tankvägg)	0,0004 [1]
Sannolikhet fördröjd antändning	0,5
Sannolikhet gasmolnsbrand	0,6

Sannolikheten för att en gasmolnsbrand ska uppstå givet en olycka involverande tryckkomprimerad biogas på Tegeluddsvägen beräknas till ca 1.0 E-07 per år.

#### B.1.3. **Gasmolnsexplosion**

Sannolikheten för en fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion beräknas med följande indata.

$P_u$ (Sannolikhet hål i tjock tankvägg)	0,0004 [1]
Sannolikhet fördröjd antändning	0,5
Sannolikhet gasmolnsexplosion	0,4

Sannolikheten för att en gasmolnsexplosion ska uppstå givet en olycka involverande tryckkomprimerad biogas på Tegeluddsvägen beräknas till ca 6,9 E-08 per år.

#### B.1.4. **Kärlsprängning**

Sannolikheten för kärlsprängning beräknas med hjälp av följande indata.

$P_u$ (Sannolikhet hål i tjock tankvägg)	0,0004 [1]
Sannolikhet Kärlsprängning	0,01

Sannolikheten för att kärlsprängning ska uppstå givet en olycka involverande tryckkomprimerad biogas på Tegeluddsvägen beräknas till ca 3,5 E-09 per år.

## B.2. Frekvens för olycka med brandfarlig vätska (ADR-S Klass 3)

Enligt utförd inventering kan antalet transporter av brandfarlig vätska uppskattas till ca 287 stycken. För att en olycka med klass 3 ska leda till konsekvenser för omgivningen krävs att det farliga godset sprids utanför behållaren och sedan antändas. Sannolikheten för antändning av diesel vid en farligt godsolycka på väg är mycket låg på grund av dess höga flampunkt, denna ansätts vanligen till 1 %. En siffra som kan jämföras med den vanligtvis ansatta sannolikheten för antändning av ett bensinläckage, 3,3 % [3]. Konservativt utgår beräkningarna från att alla transporter utgör bensen.

### B.2.1. **Pölbrand**

Sannolikheten för pölbrand beräknas med hjälp av följande ekvation och indata.

$P_u$ (Sannolikhet hål i tunn tankvägg)	0,019 [12]
$P_A$ Sannolikhet antändning	0,033

Sannolikheten för att pölbrand uppstår givet en olycka beräknas till ca  $4,6 \times 10^{-7}$  per år.

## Referenser för bilaga B

- [1] *Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka*. Vägverket publikation 2005:55
- [2] *Guideline for Quantitative Risk Assessment, "Purple book"*. VROM (2005), Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Nederländerna.
- [2] *RIVM - Reference Manual Bevi Risk Assessments*, National Institute of Public Health and the Environment, Netherlands, 2009.

## Bilaga C – Konsekvensberäkningar

Följande bilaga omfattar konsekvensberäkningar för utsläpp av brännbara gaser vid olycka involverad tryckkomprimerad naturgas som transporteras i gasflak samt pölbrand till följd av olycka med tankbil med brandfarlig vätska.

Spridningsberäkningar genomförs i beräkningsprogrammet ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres)<sup>1</sup>.

Viktiga faktorer som är av stor betydelse för hur allvarliga konsekvenserna blir är meteorologiska förhållanden (vindhastighet, atmosfärisk stabilitetsklass, temperatur, solinstrålning, luftfuktighet). För att erhålla konservativa resultat samt minska beräkningsbelastningen utförs simuleringar generellt med en vindhastighet om 3 m/s samt med atmosfärisk stabilitetsklass D (klass E och F inträffar väldigt sällan och endast nattetid, därav anses dessa stabilitetsklasser ej vara relevanta att analysera). Temperaturen ansatt till 15 °C. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

### C.1. Konsekvenser vid olycka med gasflak (ADR-S Klass 2.1)

Fordonsgas består i huvudsak av metan och är lättare än luft. Fordonsgas är endast antändlig inom små gränser för koncentration i luften (normalt mellan 5 % och 15 % för rent metan). I fall av ett utsläpp kommer gasen att spridas uppåt i atmosfären i vindriktningen. Bedömning av olycka med gasflak utgår från nedanstående scenario och förutsättningar.

Växelflak vanligtvis indelat i sex sektioner för att begränsa mängden gas som släpps ut givet en olycka [16]. Gasflaskorna är försedda med ventiler, normalt alltid öppna, som är sammanbundna med ett ledningssystem. Går exempelvis en ledning sönder får detta till följd att hela sektionen töms, vilket innebär ett utsläpp av 317 m<sup>3</sup> eller 230 kg biogas (metan).

Då rördimensionen på det ledningssystemet som sammanbinder gasflaskorna inom en sektion uppgår till 16 mm antas dimensionerande hålstorlek till 16 mm d.v.s. ett totalt rörbrott på de rör som kopplar samman flaskorna inom en sektion. Trycket antas till 250 bar.

#### C.1.1. Gasmolnsbrand

Beräkningar för utsläpp av 230 kg tryckkomprimerad biogas från ett hål om 16 mm där fördröjd antändning antas påvisar att avståndet till LEL kan förväntas vara ca 15 meter.

#### Skadeeffekter

Person inom 15 m förväntas omkomma vid en gasmolnsbrand. En gasmolnsbrand bedöms enbart utgöra ett hot mot människor direkt i omgivningen och endast personer som befinner sig utomhus förväntas omkomma.

#### C.1.2. Jetflamma

Beräkningar för utsläpp av 230 kg tryckkomprimerad biogas från ett hål om 16 mm där antändning sker direkt och en jetflamma uppstår påvisar att avståndet till direkt dödliga strålningsnivåer en jetflamma om ca 10 meter.

#### Skadeeffekter

Person inom 10 m förväntas omkomma vid en gasmolnsbrand. En jetflamma bedöms utgöra hot mot människor i omgivningen samt att risk för brandspridning till byggnad.

<sup>1</sup> Tillhandahålls av EPA (U.S. Environmental Protection Agency).

### C.1.3. **Kärlsprängning**

Vid upphettning av ett gasflak finns risk för kärlsprängning. Detta kan uppstå som en sekundär konsekvens av ovan en jetflamma eller en gasmolnexplosion.

Det saknas vedertagna beräkningsmodeller för beräkning av kärlsprängning av ett gasflak. Troligtvis kommer inte samtliga gasflaskor brista momentant (på samma tidpunkt) utan olycksförloppet kommer karakteriseras av flera explosioner, där utkast av mycket mindre material i höga hastigheter kan förväntas påverka omgivningen. Förenklad antas upphettning av ett gasflak som föranleder kärlsprängning karakteriseras av ett eldklot som involverar 50 % av gasflakets totala mängd, d.v.s. ca 700 kg gas.

Beräkningarna påvisar ett eldklot med diameter om ca 50 meter.

#### Skadeeffekter

Kärlsprängning förutsätt kunna utgöra ett stort hot både mot människor inomhus och utomhus. Med avseende på tiden det tar för att upphettning av ett gasflak ska innebära risk för kärlsprängning bedöms majoriteten av människorna i omgivning kunna försätta sig i säkerhet. Människor inomhus bedöms vara relativt väl skyddade mot strålningseffekterna. Skadeverkan i form av utslungade metalldelar vara omfattande samt kan splitterverkan från krossade glaspartier komma att förolycka människor direkt innanför fasad.

### C.1.4. **Gasmolnexplosion**

För ett explosionsartade förlopp vid utläckage av gas anses det rimligt att antändning förutsätts ske i närhet till olycksplatsen, eftersom det är inom detta område det skulle kunna ske ansamling av större gasmängder inom stökiometrisk koncentrationer. De primära tändkällorna av ett gasmoln utgörs vidare av fordonen på transportleden.

En gasmolnexplosion i närheten till olycksplatsen skulle vidare kunna leda till en kärlsprängning och därmed antas konsekvensen för de två händelseförloppen vara densamma; ett eldklot med diameter om ca 50 meter.

#### Skadeeffekter

En gasmolnexplosion förutsätt kunna utgöra ett stort hot både mot människor inomhus och utomhus. Människor utomhus i närhet till olyckan kan förolyckas av höga strålningsnivåer. Människor inomhus bedöms vara relativt väl skyddade mot strålningseffekterna. Skadeverkan i form av utslungade metalldelar vara omfattande samt kan splitterverkan från krossade glaspartier kan komma att förolycka människor direkt innanför fasad.

## C.2. **Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vätska (ADR-S Klass 3)**

Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand. Själva tankbilen kan också brinna, men detta innebär en lägre brinnande yta och därmed mindre utsänd strålning, ett sådan brand kan antas karakteriseras av effekter motsvarande en mindre pölbrand. Vid olycka med brännbar vätska föreligger generellt ingen risk för övertryckseffekter, men under vissa speciella förhållande kan explosionsartade skadescenarier även uppstå (t.ex. vid extrem kollision där hela lasten involveras i olyckan). Omfattningen av övertrycksverkan bedöms dock inte utgöra någon fara vare sig för människor i det fria eller för byggnaders stomme. Det är således utsänd strålningsnivå som kan anses styrande för skadeutredningen vid olycka involverande brandfarlig vätska.

### C.2.1. **Bedömnings-/acceptanskriterier**

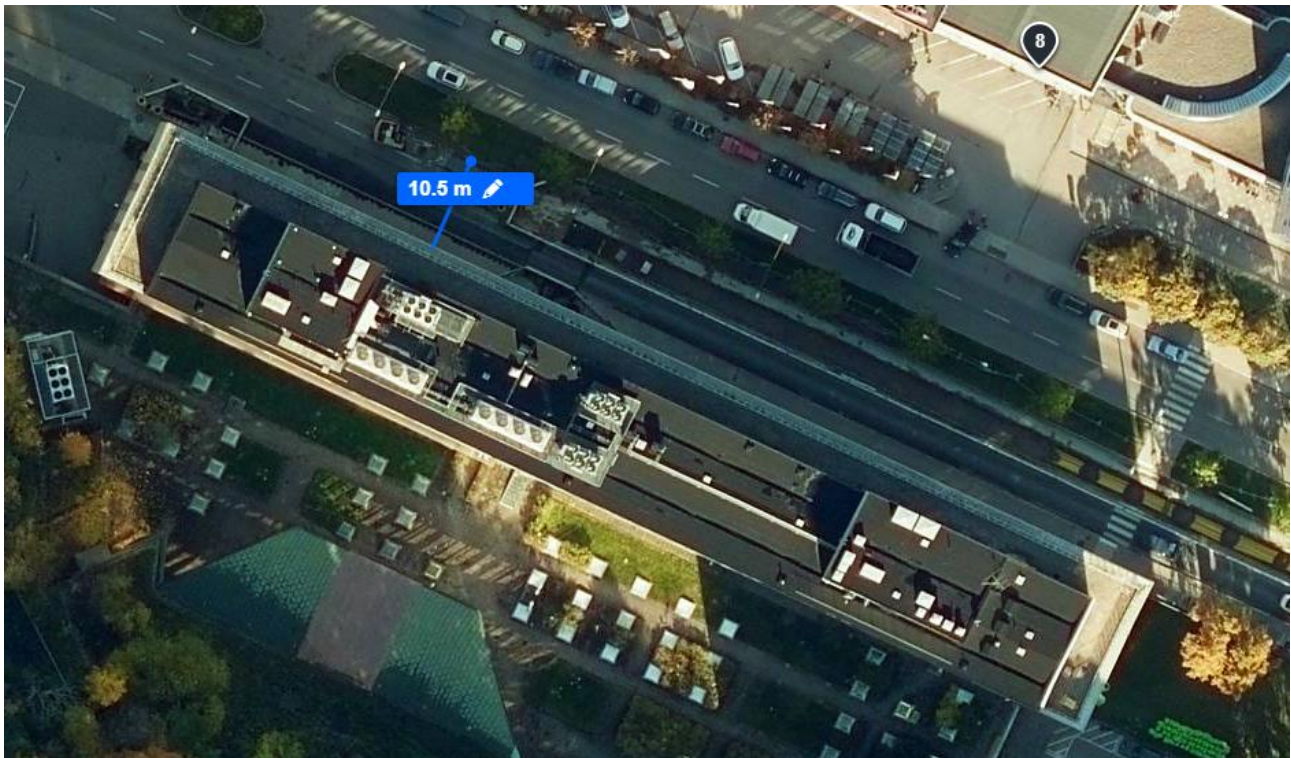
Med utgångspunkt i kriterier enligt BBRAD görs tolkningen att det inte föreligger någon brandspridningsrisk till närliggande byggnad om följande kan påvisas:

- För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, dvs. på insidan, ej överstiga 15 kW/m<sup>2</sup>.

Gällande människor i det fria kan dessa med stor sannolikhet förväntas hinna fly från närområdet från branden utan exponering av direkt farliga/dödliga strålningsdoser. Människor i det fria kan förväntas omkomma om de utsätts för en kortvarig strålningsnivå 35 kW/m<sup>2</sup>.

### C.2.2. **Dimensionerande scenario**

Det finns i princip två typer av utläckage, ett momentant spill där stora mängder bränsle frigörs ner på vägbanan (t.ex. tankbil som välter och topplocket öppnas) eller ett kontinuerligt utflöde från ett läckande fordon eller tank (ventil som går sönder eller ett hål i tanken). Pölutbredning är vidare beroende av vägbanans bredd och lutning samt vägbanans ytbeskaffenhet och uppsamlingssystem för att hantera dagvatten. Aktuell vägutformning av Tegeluddsvägen inom studerat område åskådliggörs i figur 15. Med hänsyn till att det inte finns något skydd mellan trottoar och väg bana så utgår beräkningarna från att fordonet kan lämna körbanan givet en olycka.



Figur 15. Bredd på Tegeluddsvägens högra körbanor samt trottoar inom aktuellt område

Dimensionerande brandscenario antas till en cirkulär pöl med diameter 11 m, vilket motsvarar en area på ca 100 m<sup>2</sup>. Detta scenario motsvarar att ett fack på en tankbil, som vanligtvis innehåller ca 4-5 m<sup>3</sup> bensin, totalskadas vilket föranleder att allt innehåll läcker ut i samband med olycka.

Avståndet mellan det antagna läget för pölen på vägbanan och fasad kommer att varieras i beräkningarna. Som känslighetsanalys görs en jämförelse med effekterna från uppmätta strålningsdoser från stora pölbränder med etanol, vilket utgör en större fara för omgivningen.

### C.2.3. Utgående strålningseffekt

Förbränning i stora pölbränder sker med underskott av syre, vilket medför en stor sotproduktion som i tur fångar upp en betydande del av den emitterande strålningen samt minskar temperaturen i flamzonen. Detta innebär att den emitterade strålningen avtar med en ökande pöldiameter. I litteratur, finns flera matematiska uttryck som beskriver hur utstrålningsintensiteten ( $I_0$ ) varierar som funktion av brandens diameter ( $D$ ). Ett vanligt använt samband återfinns i [1] och är som följer:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0.00823D}$$

Sambandet påvisar en maximal utsänd strålning på 58 kW/m<sup>2</sup> som avtar med en ökande pöldiameter.

I de fullskaleförsök som gjordes vid FOI [2] påvisas en pöl med diameter på ca 10 meter emitterar ca 60 kW/m<sup>2</sup>. Detta värde motsvarar en effektiv strålningstemperatur på ca 750 °C, vilket är att betrakta som en förhållandevis hög temperatur för att gälla över hela den strålande ytan.

I försök med mindre pölbränder (diameter på 2-3 meter) uppmättes strålningen till ca 130 kW/m<sup>2</sup>. Den emitterade strålningen från mindre pölbränder blir dock förhållandevis liten, med hänsyn till den betydligt mindre synfaktor som erhålls i beräkningar. Således är det inte av intresse att analysera mindre pölbränder.

I de strålningsberäkningar som redovisas kommer värdet 60 kW/m<sup>2</sup> att användas som dimensionerande avgiven strålningseffekt.

#### Synfaktor ( $\Phi$ )

För att beräkna den infallande strålningen på studerad fasad behöver brandens emitterade strålningseffekt bestämmas samt hur stor del av den utsända strålningen som träffar byggnaden, dvs. beräkning av den så kallade synfaktorn.

Synfaktorn bestäms genom att branden approximeras till en rektangulär strålande yta. Rektangelns bred bestäms utifrån pölens diameter och beräknas med följande uttryck:

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

Där  $A_f$  är den brinnande ytan och utgörs av pölstorleken.

Rektangelns höjd bestäms utifrån flamhöjden och beräknas med följande uttryck:

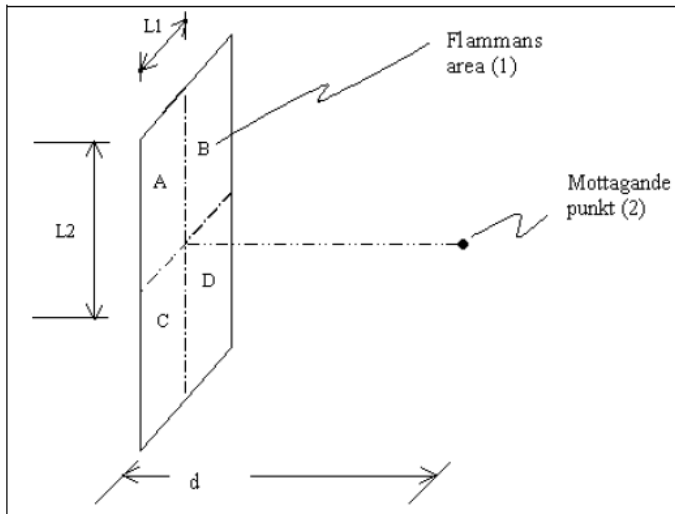
$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1.02D$$

Där brandeffekten ( $\dot{Q}$ ) bestäms utifrån följande uttryck:

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

För bensen är förbränningshastighet ( $\dot{m}''$ ) 0.055 kg/m<sup>2</sup>s, förbränningsvärme ( $\Delta H_c$ ) 43.7 MJ/kg och förbränningseffektiviteten ( $\chi$ ) 0.7 [3].

Den maximala synfaktorn erhålls genom att dela den rektangel som representerar den fritt brinnande branden på mitten, både horisontellt och vertikalt, vilket ger fyra likadana mindre rektanglar. Den totala synfaktorn erhålls från summan av de fyra ytorna. Infallande strålning mot fasaden beräknas vid punkten vinkelrätt mot flammans centrum, i enlighet med figur 16.



Figur 16. Synfaktor

Synfaktorer beräknas enligt ekvationer i The SFPE Handbook [4].

#### C.2.4. Beräkningsresultat

Den infallande strålningens intensitet mot fasad ( $\dot{q}''_{max}$ ) beräknas med följande uttryck, enligt [5]:

$$\dot{q}''_{max} = \dot{q}''_{brand} \cdot \Phi$$

Där  $\dot{q}''_{brand}$  är den emitterade strålningseffekten (kW/m<sup>2</sup>) från branden och  $\Phi$  är den maximala synfaktorn.

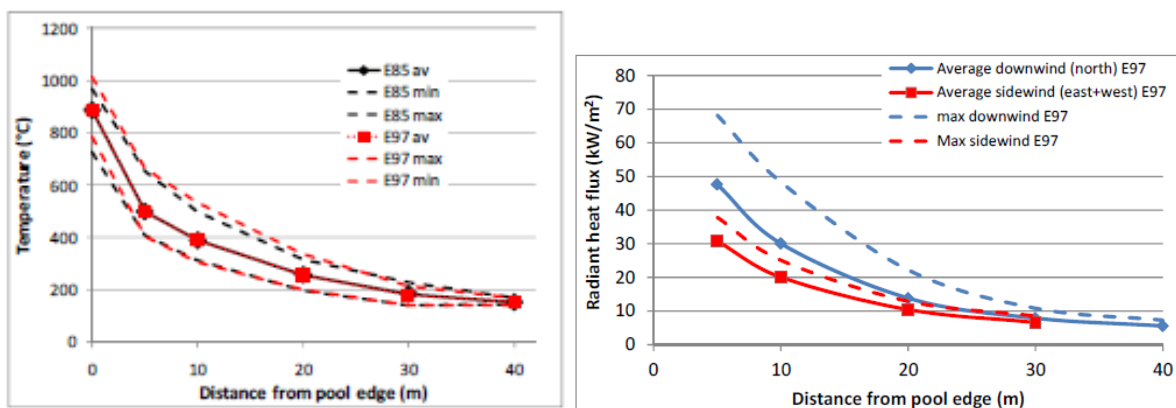
Infallande strålningens intensitet på olika avstånd till branden presenteras i nedan.

Pölstorlek om 100 m<sup>2</sup>,  $H_f = 16.8$  m och  $D = 11.3$  m

Avstånd till brand	Infallande strålning [kW/m <sup>2</sup> ] givet <b>E = 60 kW/m<sup>2</sup></b>
<b>10</b>	<b>22,04</b>
15	12,53
20	7,84
25	5,29
30	4,30
35	3,79
40	2,84

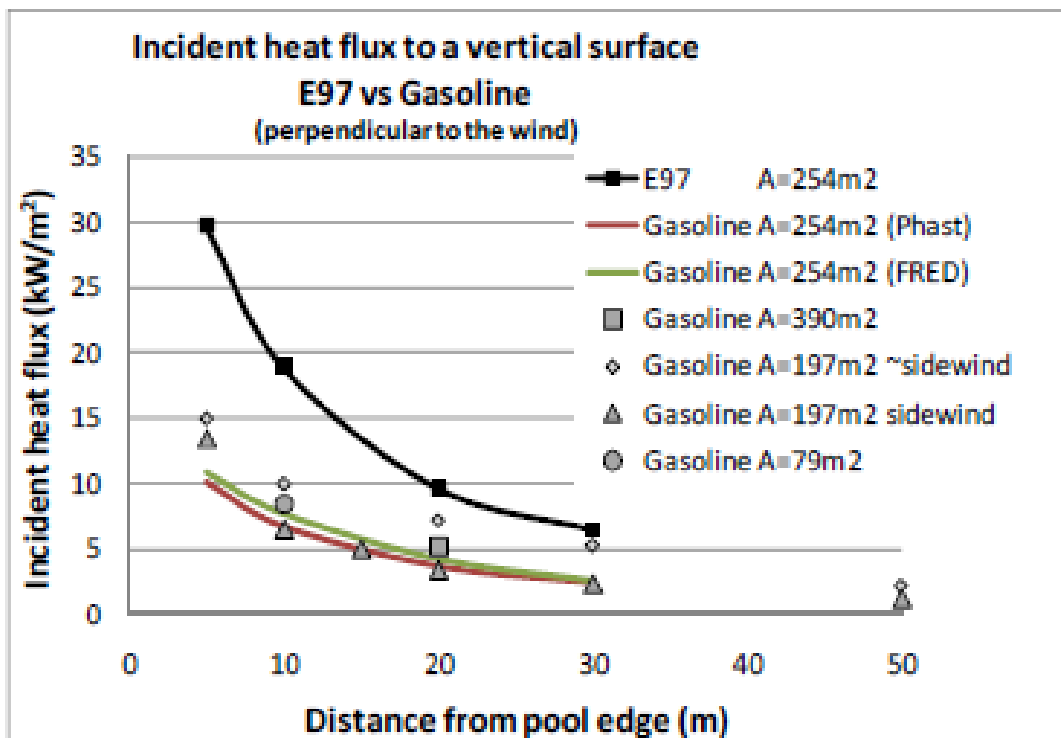
#### C.2.5. Känslighetsanalys

Som känslighetsanalys görs en jämförelse med erhållna resultat från de fullskaleförsök med stora pölbränder av etanol (E97 & E85), vilka SP genomfört under 2015 [5]. Fullskaleförsöken tog utgångspunkt i en stor öppen pölbrand om 254 m<sup>2</sup>. Resultaten från försöken åskådliggörs i figur 17 där maxvärden indikerar uppmätta värden i vindriktningen.



Figur 17. Resultat från genomförda fullskaleförsök av stor pölbrand med etanol [24].

Rapporten innefattar även en jämförelse av förväntade effekter från en pölbrand med bensen. Jämförelsen grundar sig på vedertagna beräkningsmodeller av stora pölbränder med bensen. Resultaten från jämförelsen åskådliggörs i figur 18.



Figur 18. Resultat från genomförd jämförelseanalys av strålningseffekter mellan uppmätta strålningsnivåer för pölbrand med etanol och bensen [24].

#### Skadeeffekter

För det dimensionerande scenariot (pölstorlek om 100 m²) påvisar beräkningarna att strålningsnivåerna på under 10 meters avstånd kan förväntas uppgå till över 22 kW/m². Utförd känslighetsanalys påvisar vidare att resultaten är okänslig mot antagande av pölstorlek samt typ av brandfarlig vätska.

Resultaten indikerar att en större pölbrand som uppstår på Tegelluddsvägen kan komma att föranleda brandspridning in i närliggande byggnad. Resultaten indikerar även att människor i det fria som befinner sig på ett större avstånd än 10 m kan förväntas klara sig från exponering av dödliga strålningsdoser på 35 kW/m². Dock kan människor i närheten förväntas erhålla 2-gradens brännskador.

## Referenser för bilaga C

- [1] Shokri, M. & Beyler, C.L., Radiation from large pool fires, J. of Fire Prot. Engr., 1 (4), pp 141–150, 1989.
- [2] Hägglund, B & Persson, L.E. The heat radiation from petroleum fires, FOA, rapport C30126-D6, 1976.
- [3] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association 2<sup>nd</sup> ed. Quincy, MA, 1995.
- [4] Brandteknik (2005). Brandskyddshandboken. Rapport 3134, Lund Tekniska Högskola, Lund.
- [5] *ETANKFIRE – Experimental result of large ethanol fuel pool fires*, SP Report 2015:12, Fire Research.