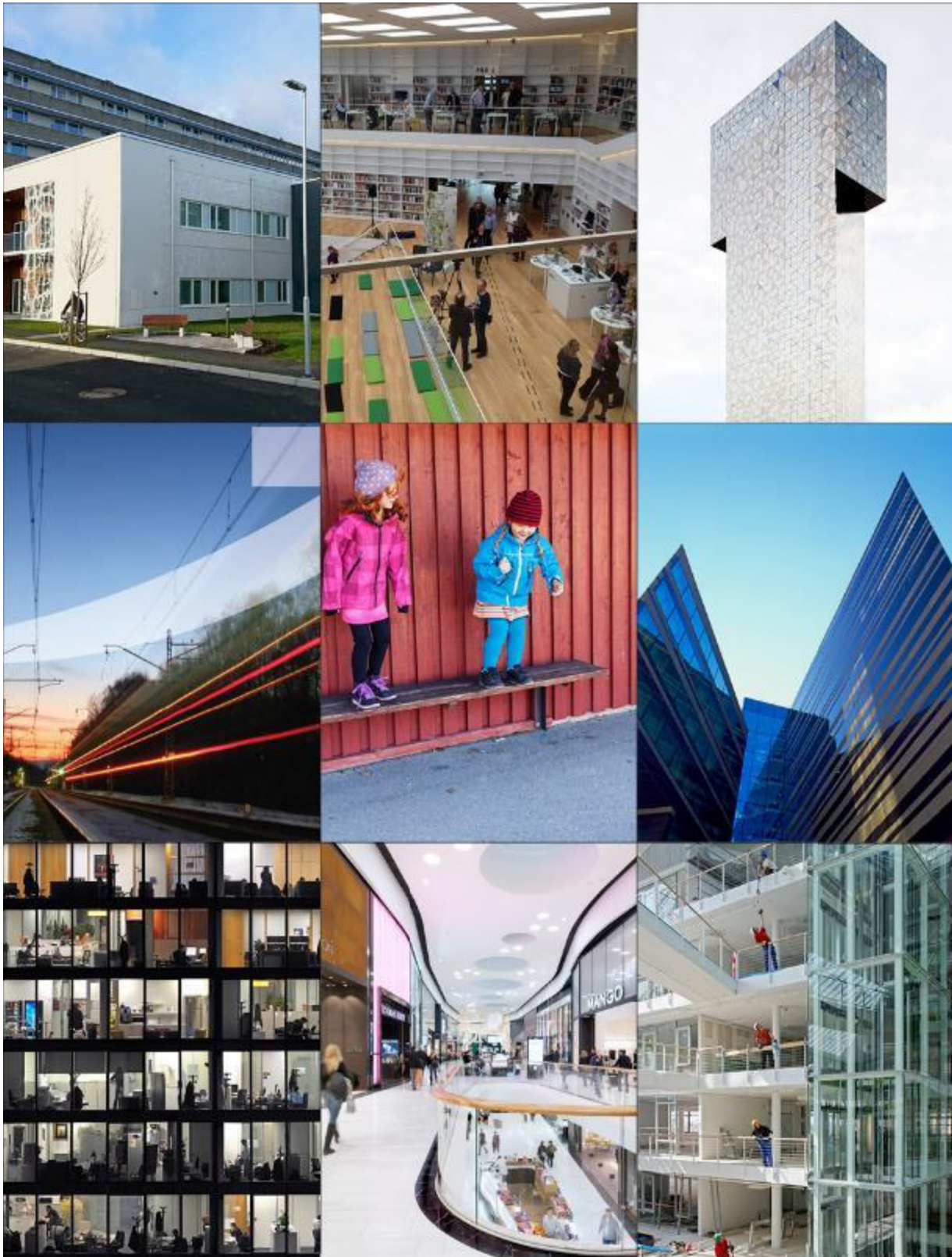


Risikanalyt

Cikadan

Underlag till detaljplan

2023-10-30



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Cikadan
Stockholms stad

Uppdragsnummer: 501369
Datum: 2023-10-30
Status: Underlag till detaljplan
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: JM AB

| Datum | Egenkontroll | Internkontroll | Version |
|------------|--------------|----------------|---------------------|
| 2021-03-15 | RKL | LSS | Granskningshandling |
| 2021-03-31 | RKL | LSS | Version 1 |
| 2021-09-20 | RKL | - | Version 2 |
| 2023-10-30 | RKL | - | Version 3 |

Revideringar i förhållande till föregående version markeras i marginalen likt detta stycke.

Sammanfattning

JM har tillsammans med Stockholms stad påbörjat ett planarbete som innebär ny bebyggelse inom del av fastigheten Hammarbyhöjden 1:1 vid Cikadan. Det är huvudsakligen bostäder som planeras inom området.

I områdets närhet finns ett antal riskkällor. Dessa är:

- Tunnelbanans gröna linje mellan Gullmarsplan och Skärmarbrink
- Hammarbybacken, sekundär transportled för farligt gods
- Södra Länkens avfart mot Nynäsvägen, primär transportled för farligt gods

I planprocessen behöver det säkerställas att dessa riskkällor inte innebär att människors hälsa och säkerhet utsätts för oacceptabla risker. En utredning av möjliga risker behöver därför göras. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag att utreda risker från närliggande riskkällor.

Syftet med riskanalysen är att utvärdera de risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt föreslå hur dessa risker ska hanteras i den fortsatta utvecklingen av området.

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

En kartläggning har gjorts av transporter med farligt gods på intilliggande transportleder. Denna visar att det förekommer begränsat med transporter av farligt gods på Hammarbybacken. Det förekommer även begränsat med transporter på Södra Länkens avfart som dessutom är förlagd i tunnel under en liten del av planområdet. En kvalitativ bedömning av identifierade olycksrisker har gjorts. Denna visar att Hammarbybacken ger upphov till störst påverkan på risknivån inom området. Övriga riskkällor bedöms inte påverka risknivån och närheten till dem bedöms kunna accepteras utan vidare analys eller vidtagande av åtgärder.

Eftersom påverkan på risknivån från Hammarbybacken inte kunnat uteslutas i den kvalitativa analysen samt att det planerade avståndet till vägen endast är 13 meter har en fördjupad analys av transporter med farligt gods på vägen genomförts. Den fördjupade analysen omfattar beräkning av individrisk och samhällsrisk. Resultatet av beräkningarna visar att risknivån är acceptabel. Med hänsyn till att avsteg görs från Länsstyrelsens riktlinjer om skyddsavstånd till bostäder föreslås ändå ett antal säkerhetshöjande åtgärder. Dessa redovisas nedan.

Avstånden gäller från närmaste väggkant och avser oskyddade markområden.

- Ytor mellan ny bebyggelse och Hammarbybacken, inom 25 meter från vägen, bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 30 meter från Hammarbybacken ska ny bebyggelse som vetter direkt mot vägen utföras med följande åtgärder:
 - Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från Hammarbybacken.
 - Friskluftsintag till utrymmen för stadigvarande vistelse ska placeras mot en trygg sida,
 - Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.

- Fönster och glaspartier ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiseras.

Föreslagna åtgärder bedöms medföra att ingen människa omkommer till följd. De föreslagna åtgärderna bedöms därmed ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

Förutsatt att redovisade åtgärder genomförs är bedömningen att risknivån inom området blir acceptabel och att studerat planförslag kan genomföras.

Innehållsförteckning

| | |
|--|-----------|
| SAMMANFATTNING | 3 |
| 1. INLEDNING | 6 |
| 1.1 Bakgrund | 6 |
| 1.2 Syfte | 6 |
| 1.3 Omfattning och avgränsning | 6 |
| 1.4 Internkontroll..... | 6 |
| 1.5 Föresättningar | 6 |
| 2. OMRÅDESBESKRIVNING | 9 |
| 2.1 Planerad exploatering..... | 9 |
| 2.2 Omgivande planprojekt | 10 |
| 3. RISKINVENTERING | 12 |
| 3.1 Allmänt..... | 12 |
| 3.2 Inventering av riskkällor | 12 |
| 3.3 Transportleder för farligt gods | 12 |
| 3.4 Tunnelbanan | 18 |
| 4. INLEDANDE RISKANALYS..... | 19 |
| 4.1 Metodik..... | 19 |
| 4.2 Identifiering av olycksrisker | 19 |
| 4.3 Kvalitativ uppskattning av risk | 19 |
| 4.4 Slutsats inledande riskanalys | 22 |
| 5. FÖRDJUPAD RISKANALYS..... | 23 |
| 5.1 Allmänt..... | 23 |
| 5.2 Sammanvägning av risk | 23 |
| 5.3 Resultat av riskberäkningar | 25 |
| 5.4 Värdering av risk | 28 |
| 5.5 Hantering av osäkerheter | 28 |
| 6. FÖRDJUPAD ANALYS..... | 29 |
| 6.1 Allmänt..... | 29 |
| 6.2 Allmänna åtgärder | 29 |
| 6.3 Byggnadstekniska åtgärder..... | 30 |
| 6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning | 31 |
| 7. SLUTSATSER | 32 |
| 8. BILAGOR | 33 |
| 9. REFERENSER | 33 |

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Stockholms stad har tillsammans med JM tagit fram ett planförslag för ny bostadsbebyggelse inom fastigheten Hammarbyhöjden 1:1 vid Cikadan i stadsdelen Hammarbyhöjden.

I områdets närhet finns ett antal riskkällor. Dessa är:

- Tunnelbanans gröna linje mellan Gullmarsplan och Skärmarbrink
- Hammarbybacken, sekundär transportled för farligt gods
- Södra Länkens tunnlar, primär transportled för farligt gods

Vid planläggning av markområden inom 150 meter från en riskkälla måste riskerna utredas så att inte människor i den planerade bebyggelsen utsätts för oacceptabla risker. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppgift att göra en riskanalys avseende möjliga risker och dess påverkan på området.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

Det förslag på hantering av risker åtgärder som föreslås i riskanalysen utgör endast en rekommendation och det är upp till kommunen att med hjälp av riskanalysen, samt eventuella andra utredningar, besluta om vilka åtgärder som ska vidtas.

1.3 Omfattning och avgränsning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Initialer på interkontrollanten som bekräftar kontrollen redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

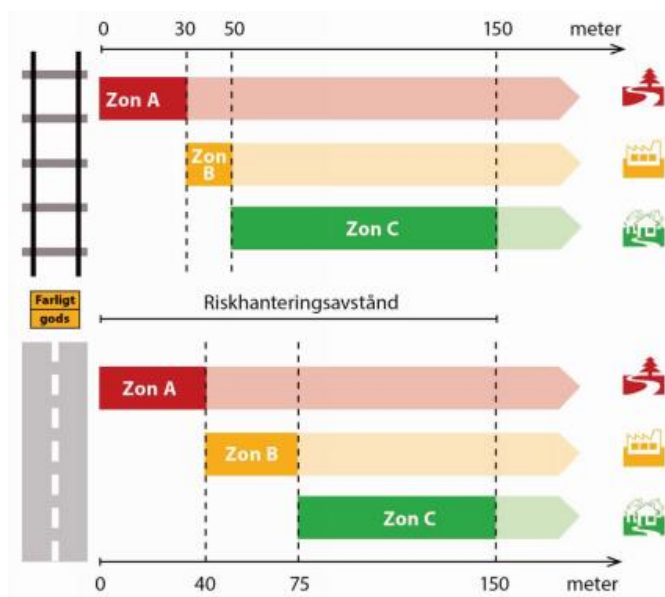
1.5 Förutsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016). Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



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 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /1/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitt.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

2. Områdesbeskrivning

Stockholms stad har tillsammans med JM arbetat med ett planförslag för ny bebyggelse inom fastigheten Hammarbyhöjden 1:1 vid Cikadan i stadsdelen Hammarbyhöjden (se figur 2.1). Planområdet omges av Hammarbybacken i väster, Olaus Magnus väg i norr, befintligt bostadsområde samt Palandergatan i öster och naturområde och tunnelbanan i söder.



Figur 2.1. Lokalisering av aktuellt planområde (inringat med svart streckad linje) inklusive den närmaste omgivningen. (källa: eniro.se).

Området upptas idag av naturmark. Angränsande områden omfattar bostäder i form av flerfamiljshus.

Den norra delen av planområdet är relativt plan utan större höjdskillnader. I den södra delen, närmast tunnelbanan finns en höjd.

2.1 Planerad exploatering

Planförslaget innebär flerfamiljshus i huvudsakligen 5 våningar utmed Hammarbybacken samt tunnelbanan. En byggnad planeras med 9 våningar och en byggnad utmed Olaus Magnus väg planeras med 4 våningar. Totalt planeras ca 154 lägenheter (se figur 2.2). Bebyggelsen planeras med ett avstånd på som minst 13 meter från Hammarbybacken.

Entréer planeras mot gata samt mot gård.



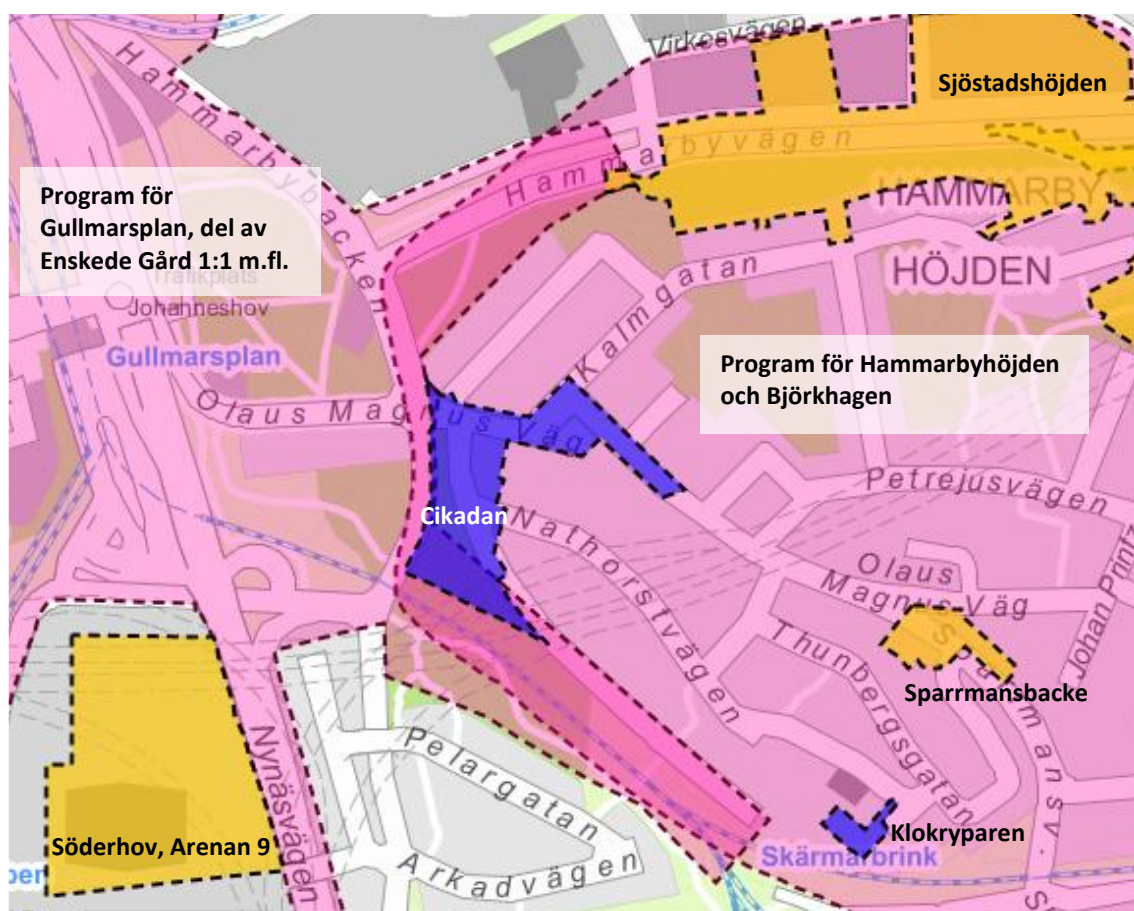
Figur 2.2. Situationsplan Cikadan (AIX arkitekter, 2023-09-28 (preliminär).

2.2 Omgivande planprojekt

I planområdets närhet pågår två programarbeten samt några arbeten med detaljplaner. Delar av de berörda programområdena redovisas i figur 2.3. Bland annat pågår programarbete för Gullmarsplan vilket omfattar utredning av hur Nynäsvägens barriäreffekter kan minskas, ny bussterminal samt utredning kring områdets stadsutvecklingspotential. Det andra programarbetet som pågår i närområdet är program för Hammarbyhöjden och Björkhagen. Detta arbete omfattar bostäder och skola. Programarbetena omfattar inte att några ytterligare riskkällor tillförs området.

Pågående detaljplanearbeten i närområdet omfattar i huvudsak bostäder, kontor, hotell, förskola och liknande verksamheter.

Någon betydande påverkan på samhällsrisknivån i närområdet bedöms utifrån ovanstående inte föreligga till följd av framtida förändringar i markanvändning.



Figur 2.3. Pågående programarbeten i omgivningen. Aktuellt planområde inringat med röd linje. (källa: stockholm.se 2023-08-10)

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods m.m.) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

| Riskkälla | Avstånd till planområde (m) | Kommentar |
|--|-----------------------------|---|
| Hammarbybacken | 0 | Sekundär transportled för farligt gods. Avstånd till bebyggelse är 15 meter. |
| Södra Länkens avfartsramp mot Nynäsvägen | 0 | Primär transportled för farligt gods. Vägen går i tunnel under planområdet. |
| Tunnelbanans gröna linje | 10-15 | Avstånd till bebyggelse är 20-25 meter. |

Nedan görs en beskrivning av ovanstående riskkällor.

3.3 Transportleder för farligt gods

3.3.1 Farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I Tabell 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S /2/.

| Klass | Ämne | Beskrivning |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Explosiva ämnen | Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc. |
| 2 | Gaser | 2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2. Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.) |

| | | |
|---|--|---|
| 3 | Brandfarliga vätskor | Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc. |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen m.m. | Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc. |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc. |
| 6 | Giftiga ämnen | Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc. |
| 7 | Radioaktiva ämnen | Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder. |
| 8 | Frätande ämnen | Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc. |
| 9 | Övriga farliga ämnen | Gödningsämnen, asbest etc. |

3.3.2 Hammarbybacken

Allmänt

Hammarbybacken går utmed områdets västra gräns. Vägen har två filer i norrgående riktning och en fil i södergående riktning. Den skyltade hastigheten på vägen är 50 km/tim.

Vägen går från Arenavägen i söder till rondellen vid Skansbrogatan i norr.

Transporter av farligt gods

Hammarbybacken är klassad som en sekundär transportled för farligt gods fram till Hammarbyvägen, vilket innebär att det huvudsakligen är transporter till/från lokala verksamheter som passerar på vägen. Genomfartstransporter hänvisas generellt till det primära vägnätet.

Upptagningsområdet för Hammarbybacken utgörs till stor del av Hammarby Sjöstad där omvandling från industri till bostäder har pågått under många år. Enligt tidigare kartläggning /3/ passerar huvudsakligen transporter med styckegods samt ett begränsat antal tankbilar med ammoniak och eldningsolja på Hammarbyvägen som ansluter till Hammarbybacken.

En kompletterande inventering av området har genomförts för att avgöra omfattningen av farligt gods som transporteras längs den sekundära transportleden. Denna inventering har genomförts dels i form av platsbesök, dels i form av kontakt med ansvariga för LBE-ärenden vid Storstockholms brandförsvär.

Det kan efter denna kompletterande inventering konstateras att verksamheter i närområdet i huvudsak utgörs av mindre verkstäder och liknande. Transporter av farligt gods till dessa (som kan tänkas passera Hammarbybacken) omfattar mindre mängd styckegods samt transporter av bränsle till Hammarbyverket (se nedan).

Möjliga målpunkter för transporter med farligt gods i Hammarby Sjöstad är:

- **Hammarbyverket**

Vid Hammarbyverket produceras fjärrvärme. Värmen produceras av sju värmepumpar som tar värme ur avloppsvatten. Två av värmepumparna är ombyggda för att även kunna köras som kylmaskiner sommartid. Det finns även två oljeeldade pannor samt två elpannor som används vintertid /4/. Som bränsle används tallbecksolja, MFA och eldningsolja 1. Eldningsolja utgör brandfarlig vara klass 3. 2018 förbrukades 91 Nm³ eldningsolja /5/. Biooljan utgör inte brandfarlig vara. Oljepannorna tänds med gasol. Gasolflaskor hanteras därför i en begränsad omfattning vid anläggningen. Andra kemikalier som används är saltsyra och lut och ammoniak (25 %, förvaras i 300 liters tank) /4/. Förbrukning av ammoniak var 0 liter 2017 och 200 liter 2018. Ingen förbrukning av saltsyra eller lut var aktuell under vare sig 2017 eller 2018. Som köldmedium i värmepumparna används R134a som är en inert gas (dvs. inte brandfarlig eller giftig). Köldmediet används i slutna system, men visst läckage förekommer.

Leverans av eldningsolja sker sannolikt i tankbil. Levereras av biooljor sker med fartyg. Övriga ämnen levereras i form av styckegods (mindre förpackningar). Vägtransporter med farligt gods till Hammarbyverket passerar sannolikt planområdet vid Hammarbybacken. Sammanfattningsvis uppskattas nedanstående transporter med farligt gods kunna förekomma på Hammarbybacken på väg till Hammarbyverket:

- Klass 2.2 – köldmedium (inert gas): enstaka transporter om året
- Klass 3 – eldningsolja 1 (flampunkt över 60 °C): 3-5 per år
- Klass 8 – frätande ämnen (styckegods): 1-3 per år

- **Bensinstation (Circle K, f d Statoil)**

Stationen ligger vid anslutningen till Södra Länkens anslutning till Hammarby Sjöstad. Vid stationen säljs diesel, bensin, etanol och fordonsgas. Stationen har öppet dygnet runt 7 dagar i veckan. Biogas levereras till stationen via ledning från Henriksdals reningsverk. Bränsleleveranser kommer från Statoils depå i Bergs oljehamn i Nacka. Nacka kommun har sagt upp avtalet, men tvist föreligger om detta. Även om leveranser sker från annan plats i Stockholm kör sannolikt transporter via Södra Länken till stationen eftersom det finns en avfart precis vid stationen. Enligt en riskanalys från 2007 /6/ sker leveranser av drivmedel 7 dagar i veckan. Leveranser sker nattetid. Vid stationen säljs även gasolflaskor. Leveranser med dessa sker sannolikt via Södra Länken och passerar därmed inte det aktuella planområdet.

Hammarbybacken ingår i omledningsvägnätet för Södra Länken, vilket kan innebära att transporter med farligt gods kan ledas om vid avstängningar av Södra Länken. Enligt en rapport från 2017 har i snitt 12-14 transporter med farligt gods per tillfälle behövt köra via omledningsvägnätet genom Hammarby Sjöstad till följd av oplanerade avstängningar av Södra Länken /7/. Enligt samma rapport anges att ca 30 transporter med farligt gods påverkas vid de planerade avstängningar som sker var 6:e vecka. Av de 30 transporterna utgörs 24 av transporter med drivmedel. Enligt en utredning genomförd i samband med tidigare planarbete i närområdet /8/ sker 5-6 oplanerade avstängningar av Södra Länken per år. Vägen är då avstängd ca 1 timme.

I Södra Länkens tunnlar får inte transporter med farligt gods klass 2, kategori F, (brännbara gaser) transporteras dagtid mellan 07.00 och 19.00. Under denna tid är även Södra Länkens omledningsvägnät genom Hammarby Sjöstad stängt för dessa transporter /9/.

Enligt uppskattning i en tidigare riskanalys /8/ sker följande transporter på Södra Länken till/från Nacka och Värmdö varje år:

- Bergs oljehamn: 36 000 fordon med bensen, diesel och jetfuel (klass 3) varav merparten, men inte alla, kör via Södra Länken. En del transporter går till Nacka och Värmdö.
Hamnen kommer att flyttas från Nacka 2036 /10/.
- Gustavsbergs AB: 40 transporter med gasol (klass 2.1)
- Grand hotell + KW Karlberg: 10 transporter med gasol (klass 2.1)

Sammanfattning

I tabell 3.3 görs en sammanställning av antal möjliga transporter med farligt gods på Hammarbybacken.

Tabell 3.3. Uppskattat antal transporter på Hammarbybacken utifrån genomförd kartläggning.

| Klass | Ämne | Beskrivning | Uppskattat antal |
|-------|----------------------|--|---|
| 1 | Explosiva ämnen | Ingen förekomst i normalläget. Liten förekomst på Södra Länken. Troligtvis inga eller extremt få transporter i samband med avstängning av Södra Länken. | 0 |
| 2 | Gaser | Klass 2.1 – brännbara gaser: Enstaka leveranser av gasflaskor kan ske till verkstäder i Hammarby Sjöstad. I snitt ca 1 trp per vecka på Södra Länken. Troligtvis inga transporter i samband med planerade avstängningar av Södra Länken, möjligen någon enstaka vid oplanerade avstängningar. Klass 2.2 – inerta gaser: leveranser av köldmedium till Hammarbyverket. Okänd förekomst på Södra Länken. Klass 2.3 – giftig gas: ingen förekomst i normalläget. Liten förekomst på Södra Länken. Troligtvis inga eller extremt få transporter i samband med avstängning av Södra Länken. | 3 (tankbil) Enstaka 0 |
| 3 | Brandfarliga vätskor | Enstaka leveranser av eldningsolja till Hammarbyverket i normalläget. Stor andel på Södra Länken. 24 fordon vid varje planerad avstängning (ca 9 per år, dvs. 216 st). Sannolikt färre transporter vid oplanerade avstängningar (5-6 st, 4 trp per tillfälle). Försäljning vid bensinstationer visar ofta på en jämn fördelning mellan bensen/etanol och diesel. | 240 (tankbil) varav 50 % med en flampunkt över 55°C (tankbil) utifrån erfarenhet av leveranser till bensinstationer de senaste åren |
| 8 | Frätande ämnen | Enstaka leveranser till Hammarbyverket. Troligen en begränsad andel på Södra Länken. Sannolikt mycket få transporter i samband med avstängning av Södra Länken. | 5-10 (styckegods) |

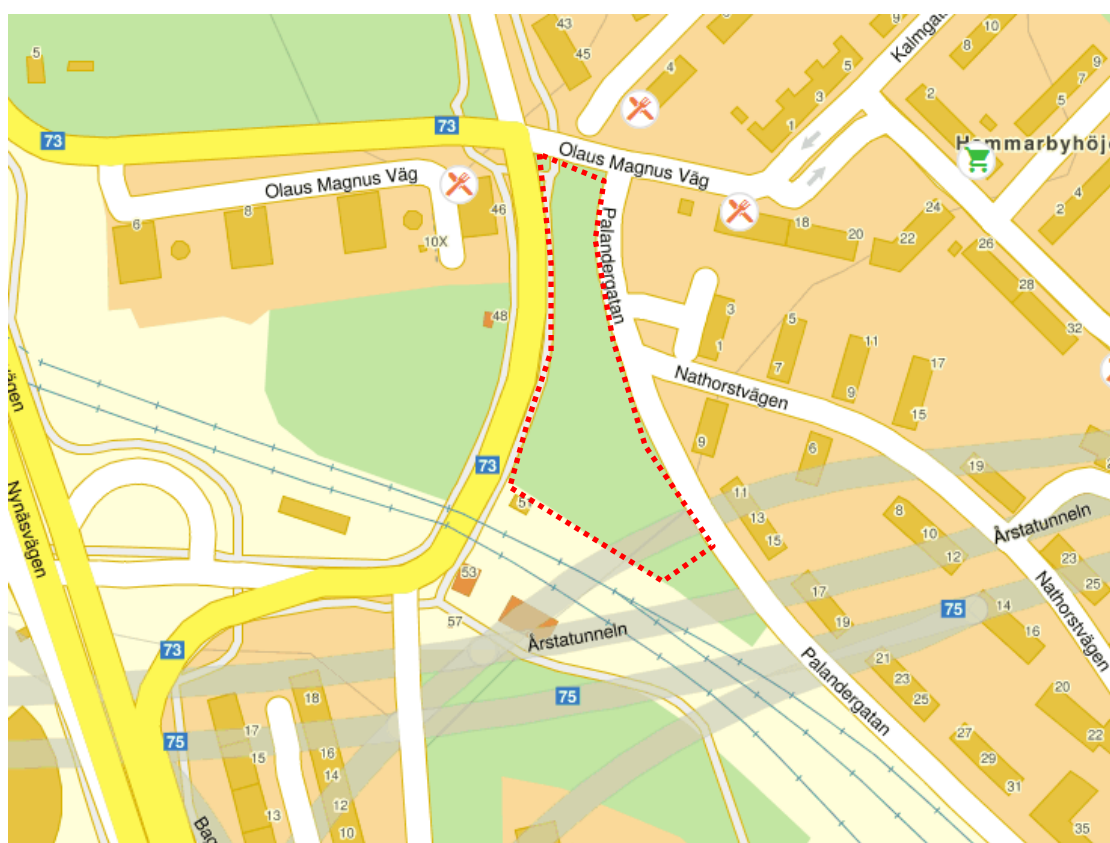
3.3.3 Södra Länkens avfartsramp mot Nynäsvägen (Måartunneln)

Allmänt

Under området går Södra Länken i tunnel inklusive en avfartsramp (se figur 3.1). Tunneln under området heter Måartunneln och utgör avfart från Södra Länkens västergående körriktning mot Nynäsvägen.

Södra Länken förbinder Essingeleden i väster med Värmdövägen i öster och ligger till stor del i tunnel. Vägen har motorvägsstandard med två till tre filer i vardera riktningen och en skyltad hastighet på 50 km/h på av- och påfartsramp och 70 km/tim i huvudtunnelröret. De båda körriktningarna går i separata tunnelrör.

Årsmedeldygnstrafiken i huvudtunneln på den aktuella sträckan av Södra Länken var enligt de senaste trafikflödesmätningarna utförda av Trafikverket år 2019 ca 60 000 fordon/dygn summerat i båda riktningar /11/. Planområdet ligger inte ovanför själva huvudtunneln men däremot ovanför avfartsrampen från huvudtunneln västergående (från Hammarby Sjöstad/Nacka/Värmdö) mot Nynäsvägen (se figur 3.1). Enligt trafikflödesmätningarna från 2019 passerade ca 9 000 fordon på rampen varje dygn /11/.



Figur 3.1. Ungefärlig avgränsning av studerat planområde inklusive Södra Länkens tunnlar.

Transporter av farligt gods

Södra Länken inklusive av- och påfartsramper är klassad som en primär transportled för farligt gods vilket innebär att alla typer av farligt gods får transporteras på vägen. Tunneldelarna av Södra Länken är klassade som kategori B tunnlar under dagtid (07-19), vilket innebär att transporter som kan leda till stora explosioner inte är tillåtna under denna tid. Övrig tid är tunneldelarna klassade som kategori A-tunnlar, vilket innebär att inga restriktioner finns /12/. Transporter som kan leda till mycket stor explosion anges i föreskrifterna bland annat vara vissa ämnen (dock inte alla) i klass 1, 2, 3, 4 och 5.

Det finns ingen heltäckande information över hur stora mängder farligt gods som transporteras på Södra Länken. Det har dock genomförts ett en kartläggningar som ger information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder:

- I maj och oktober 2015 genomfördes mätning av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm /13/. En av dessa mätpunkter omfattar Södra Länken. Mätningen genomfördes via detektion med hjälp av trafikkameror. Mätningarna visar bland annat generellt att merparten av trafiken med farligt gods i Stockholm sker utanför rusningstrafik samt att det är relativt få fordon som genomför samtliga passager (1 700 fordon stod för 12 300 passager i maj). Totalt passerade under maj 5 088 transporter med farligt gods. Vanligast förekommande ämnen var bensin och diesel. I tabell 3.4 redovisas fördelning mellan olika klasser utifrån genomförda mätningar uppräknat till år.

Tabell 3.4. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S med uppskattat antal transporter på Södra Länken (huvudtunnlar).

| Klass | Ämne | Kameradetektion oktober 2015 |
|---------------|--|------------------------------|
| 1 | Explosiva ämnen | 0 ² |
| 2.1 | Brännbara gaser | 2923 |
| 2.2 | Icke brandfarliga och icke giftiga gaser | |
| 2.3 | Giftiga gaser | |
| 3 | Brandfarliga vätskor | 53609 |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen m.m. | 266 |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | 0 |
| 6 | Giftiga ämnen | 0 |
| 7 | Radioaktiva ämnen | 0 |
| 8 | Frätande ämnen | 598 |
| 9 | Magnetiska material och övriga farliga ämnen | 3388 |
| Övr | Endast tom ADR skylt fram | 5646 |
| Totalt | | 66 430 |

Enligt nationell statistik utgjorde farligt gods ca 2 % av den totala lastbilstrafiken 2011-2015 /14/. Detta skulle innebära ca 55 000 transporter med farligt gods per år i Södra Länkens huvudtunnlar och 6 570 transporter med farligt gods per år på aktuell påfartsramp (förutsatt 10 % lastbilstrafik).

Den nationella statistiken utgör troligen en övervärdering av antalet transporter eftersom Södra Länken inte nyttjas för genomfartstrafik.

Aktuellt planområde ligger ovanför avfartsrampen mellan Södra Länkens huvudtunnlar och Nynäsvägen södergående körriktning. De restriktioner avseende transporter med farligt gods som gäller för Södra länken omfattar även ramperna. Detta innebär att det dagtid inte ska förekomma transporter som kan leda till stora explosioner. Merparten av transporterna med farligt gods på aktuell ramp bedöms, oavsett, utgöras av drivmedelstransporter från Circle K:s oljedepå i Bergs oljehamn som ska leverera drivmedel till stationer i söderort. Depåverksamheten har ett arrende som löper till 31 december 2036. Efter det kommer kommunen uppföra bostäder inom depåområdet. Mellan 2033 och 2036 kommer depåverksamheten avvecklas och området saneras. Antalet transporter med drivmedel kommer därför minska betydligt på den aktuella rampen efter 2033.

3.4 Tunnelbanan

Söder om området går tunnelbanans gröna linjer mellan Farsta Strand och Hässelby strand samt mellan Skarpnäck och Hässelby strand. Vardagar passerar totalt ca 550 tunnelbanetåg på spåren. Endast persontåg trafikerar spåren.

Spårområdet består av flera spår och växlar i höjd med det aktuella området.

Spårområdet går på bank förbi planområdet. Norr om spåren är marknivån lägre. Planerad bebyggelse ligger dock 20-25 meter från spåret på en höjd som ligger 2-4 meter över marknivån närmast spåret.

Planområdet ligger ca 75 meter från stationsperrongen vid Skärmarbrink. Tåget håller därför sannolikt inte maximal hastighet förbi planområdet.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transporter av farligt gods på Hammarbybacken och i Södra Länkens påfartsramp samt tunnelbanetrafiken som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

Följande olycksrisker bedöms kunna påverka det aktuella planområdet:

1. Olycka vid transport av farligt gods på
 - a. Hammarbybacken
 - b. Södra Länkens avfartsramp
2. Urspårning från tunnelbanans gröna linje
3. Tågbrand från tunnelbanans gröna linje

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Transportleder för farligt gods

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S /2/.

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR -klass.

| Klass | Konsekvensbeskrivning |
|---|--|
| 1. Explosiva ämnen | Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet. |
| 2. Gaser | Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter. |
| 3. Brandfarliga vätskor | Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m. |
| 4. Brandfarliga fasta ämnen m.m. | Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. |
| 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider | Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie. |
| 6. Giftiga ämnen | Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet. |
| 7. Radioaktiva ämnen | Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet. |
| 8. Frätande ämnen | Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet. |
| 9. Övriga farliga ämnen | Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet. |

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av en olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Nedan redovisas en övergripande kvalitativ bedömning av dessa olyckors påverkan på risknivån vid transport på Hammarbybacken och i Södra Länkens påfartsramp.

Hammarbybacken (scenario 1a)

Hammarbybacken går utmed planområdets västra gräns, längs en sträcka på ca 150 meter. Hastigheten på vägen är låg och antalet transporter med farligt gods på den aktuella vägsträckan begränsat (se tabell 3.3). Vägen ingår i omledningsvägnätet för Södra Länken. Omledning kan tillfälligt medföra en betydlig ökning av trafiken, men bedöms ske sällan och inte påverka risksituationen utmed vägen i någon större utsträckning.

De ämnen som transporteras regelbundet till Hammarbyverket utgör ämnen ur klass 2.2 (köldmedium), 3 (eldningsolja) och klass 8 (ammoniaklösning, lut, saltsyra). Enligt tabell 4.1 är det enbart ämnen ur klass 3 som kan medföra konsekvenser för omgivningen. Vid omledning kan ytterligare transporter med ämnen ur klass 3 samt enstaka med gasol (klass 2.1) förekomma på vägen.

Planförslaget innebär att bebyggelsen planeras som närmast 13 meter från vägkant. Sannolikheten för en olycka bedöms vara mycket låg. Påverkan mot planområdet kan dock inte uteslutas.

Riskenivån i området till följd av transporter med farligt gods på Hammarbybacken bedöms vara relativt låg. En detaljerad analys av scenariot bedöms dock nödvändig.

Södra Länkens avfartsramp (scenario 1b)

Avfartsrampen ligger under planområdets sydöstra hörn. På rampen går sannolikt begränsat med transporter med farligt gods. Rampen ligger i tunnel under planområdets sydöstra del. Ingen tunnelmynning finns i anslutning till området. Ovanpå rampen planeras den mest södra delen av det sydligaste bostadshuset. Marken i den aktuella delen (ovanpå rampen) består i nuläget av ett mindre höjdparti med berg i dagen. Höjdpartiet har en maximal höjd på ca 6 meter ovanför omgivande markområden (t.ex. Palandergatan). Enligt genomförd geoteknisk utredning /15/ kommer grundläggning i planområdets södra del ske på avsprängt berg alternativt packad sprängsten på berg. Borrade pålar kan användas som alternativ där fyllningsmaktigheterna är stora och bergets lutning ofördelaktig. Ingen specifik information har erhållits om huruvida tunneln går i berg eller inte samt hur djup mark-/bergtäckningen är. En uppskattning utifrån genomförd geoteknisk undersökning är att rampen förbi planområdet sannolikt är förlagd i berg.

Eftersom rampen ligger i tunnel utan mynning i anslutning till planområdet är det enbart olyckor som leder till explosion som kan påverka planområdet. Påverkan kan omfatta vibrationer eller kast av markmaterial. Hur stor påverkan blir beror bland annat av hur stor last som detonerar samt hur markens uppbyggnad mellan tunnel och byggnad ser ut. En bergtunnel innebär generellt ett bättre skydd än en betongtunnel. Explosioner kan ske till följd av olycka med transport av explosiva ämnen, brännbar gas eller oxiderande ämnen och organiska peroxider. En grov bedömning är att det går mycket få sådana transporter i det aktuella tunnelröret. Sannolikheten för olycka som kan påverka planområdet bedöms därmed vara mycket låg. Om en olycka ändå skulle inträffa bedöms konsekvenserna bli små.

Närheten till tunnelröret bedöms utifrån ovanstående inte medföra behov av fördjupad analys eller åtgärder inom planområdet.

4.3.2 Tunnelbanan

Scenario 3 – Urspåring

På tunnelbanespåren förekommer enligt tidigare enbart persontrafik. Olyckshändelse som kan påverka planområdet utgörs av att ett urspårat tåg lämnar spårområdet och kolliderar med människor eller byggnader. Det kortaste avståndet till bebyggelse inom planområdet är 15 meter.

Ett urspårat tåg hamnar sällan längre från spåret än en vagnslängd. De allra flesta urspåringar innebär dock att endast ett hjulpar hoppar av rälsen. Tunnelbanans tåg består av lite äldre tågset (Cx) samt nyare tågset (C20). De äldre vagnarna är sammankopplade till åttavagnståg där varje vagn är 17,6 meter lång. De nya vagnarna är 46,5 meter långa och är sammankopplade till två- eller trevagnståg.

Enligt SL:s säkerhetsstrateg har ingen urspårning inträffat i tunnelbanan där tåget har lämnat spårområdet sedan tunnelbanetrafiken startades på 1950-talet /16/. Sedan 1999 samlas statistik över olika händelser in. Under den perioden registrerades 21 urspårningar i tunnelbanan, samtliga inträffade i mycket låg fart och merparten var med spårgående arbetsfordon nattetid. Det har även hänt att tunnelbanetåg har spårat ur i samband med växling på depåer. Detta har då skett i mycket låg hastighet (5 km/tim).

Tågvikten är lägre än för gods- och persontåg som trafikerar vanliga järnvägssträckor. Ett urspårat tåg bedöms därför inte hamna lika långt från spåret samt medföra mindre påverkan vid en eventuell kollision än för motsvarande händelse på "vanliga" järnvägssträckor.

Tågen håller sannolikt inte maximal hastighet förbi området på grund av närheten till tunnelbanestation och ett urspårat tåg bedöms huvudsakligen stanna kvar inom spårområdet. Om tåget skulle hamna utanför spårområdet kommer det hamna inom markområdet närmast spåret där det är en lågpunkt. Detta ligger utanför planområdet.

Scenariot bedöms inte påverka risknivån inom planområdet. Inget behov av vidare analys eller säkerhetshöjande åtgärder bedöms föreligga.

Scenario 4 – Tågbrand

Konsekvenserna av en tågbrand beror av vad det är som brinner och vart i tåget. Förarhytterna i tunnelbanans C20-tåg är utförda i plast så en brand som uppkommer mellan vagnarna kan bli relativt omfattande. Utformningen av persontåg följer strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder med hänsyn till resenärernas säkerhet. Rutinen vid brand är också att köra tåget till närmaste station så att resenärerna kan utrymma på ett säkert sätt.

Skadeområdet utanför själva tåget vid brand i ett tunnelbanetåg bedöms vara begränsat med tanke på tågens utformning. Planerat avstånd mellan byggnader och tunnelbanespår (20-25 meter) innebär att sannolikheten för brandspridning till bebyggelsen bedöms vara låg.

Scenariot bedöms inte påverka risknivån inom planområdet. Inget behov av vidare analys eller säkerhetshöjande åtgärder bedöms föreligga.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen bedöms det finnas vissa risker som kan föranleda behov av anpassning och/eller åtgärder. Dessa behöver studeras i en fördjupad analys. Riskerna är kopplade till transporter med farligt gods på Hammarbybacken.

I den fortsatta planeringen av området måste hänsyn tas till ovanstående olycksrisker. En fördjupad analys görs därför där frekvens och konsekvens beräknas och sammanställs i form av risknivå, vilken i sin tur utgör underlag för beslut om säkerhetshöjande åtgärder. Den fördjupade analysen redovisas i avsnitt 5.

Övriga studerade riskkällor bedöms inte påverka risknivån inom planområdet och kommer inte att studeras vidare.

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B.

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk och samhällsrisk.

5.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk.

5.2.1 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framförliggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisk utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km^2 med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km järnväg respektive väg. Samhällsrisk beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det studerade området.

5.2.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk /17/* används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

| Riskkriterier | Individrisk | Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km |
|--|-------------|--|
| Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras | 10^{-5} | $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1 |
| Övre gräns för områden där risker kan anses vara små | 10^{-7} | $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1 |

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk /17/* bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreatiomsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt *Värdering av risk /17/* så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk

Beräkning

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

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

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa, dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområdena för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). 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 skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

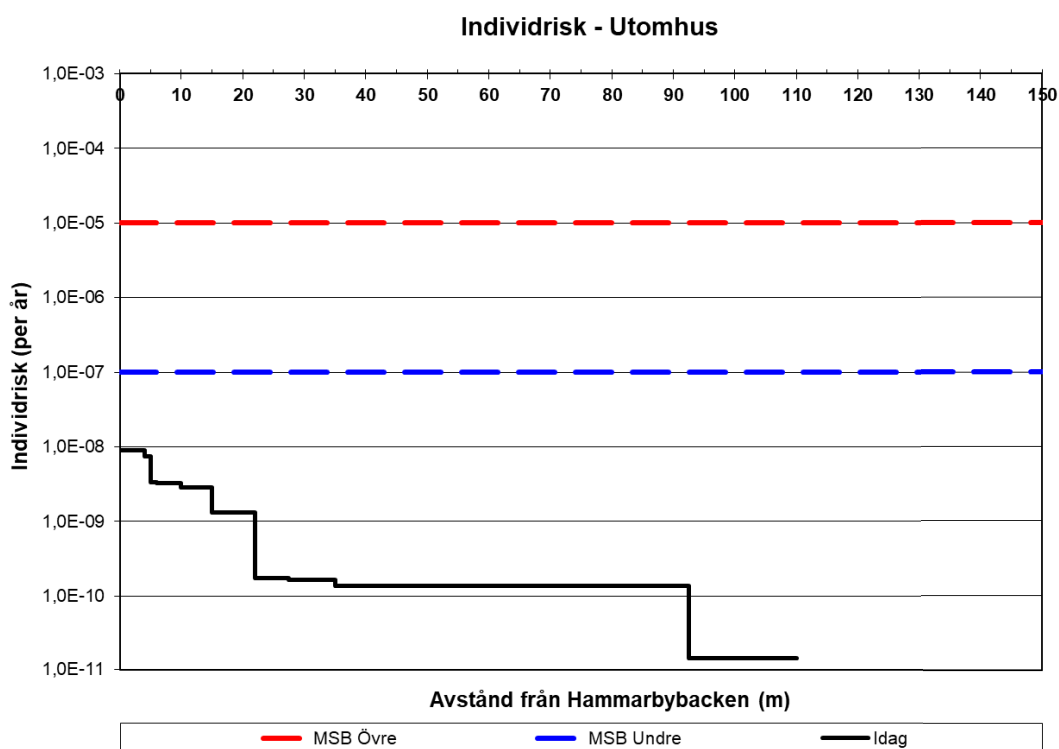
För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (brännbara) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

Resultat

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Hammarbybacken. Avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant. Beräkningarna har genomförts för dagens trafik och en uppskattad transportsituation med farligt gods idag. Antalet transporter med farligt gods bedöms minska i framtiden varför inga beräkningar för ett framtida prognosår har genomförts.

Individrisken presenteras för oskyddade personer utomhus (se Figur 5.1.).



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Hammarbybacken.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.2 Samhällsrisk

Beräkning av samhällsrisk

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på vägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsriskens beräknas för studerat planförslag samt för nollalternativet som innebär att planområdet inte bebyggs men att andra intilliggande, kända planer genomförs.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsriskens, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan vägen och bebyggelse inom planområdet.

Vid sammanställningen av samhällsriskens för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på vägsträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

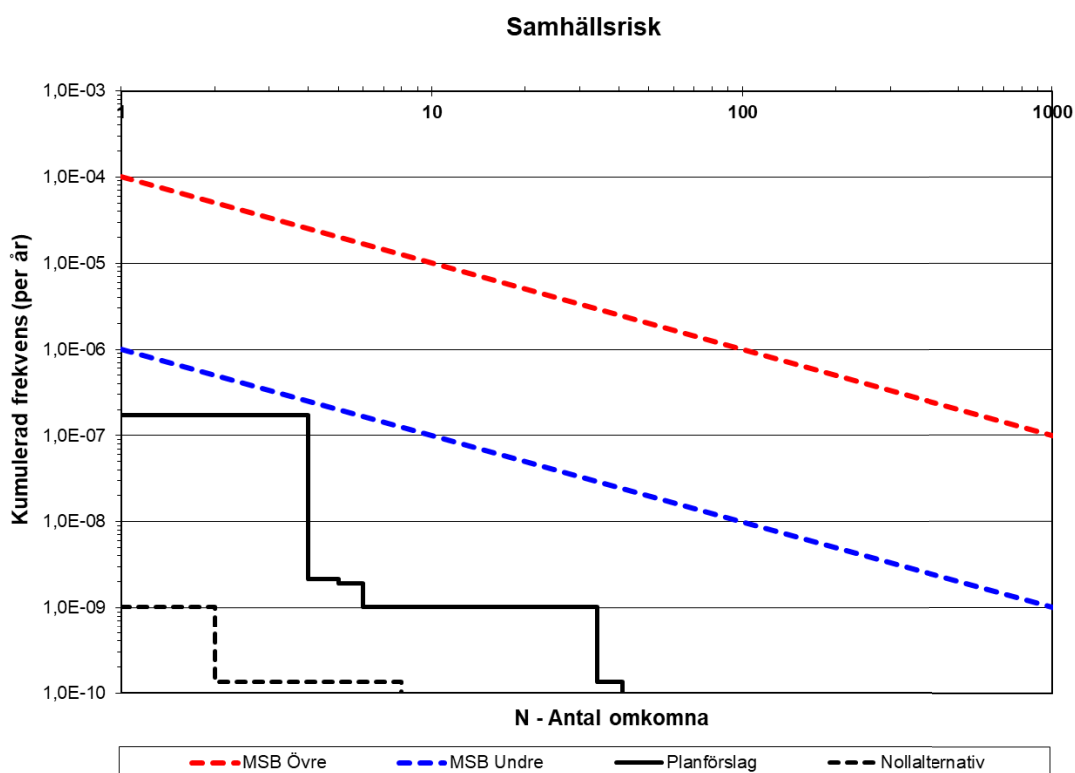
- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser blir inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om de studerade riskkällorna kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsrisk för de studerade riskkällorna antas dock att konsekvenserna kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser.

Resultat

I *Figur 5.2.* redovisas den beräknade samhällsrisk utmed Hammarbybacken. Samhällsrisk presenteras med respektive utan planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjorts för dagens trafik. När det gäller transporter med farligt gods bedöms dessa minska i framtiden. Bedömningen baseras på Stockholms stads intentioner att utöka andelen bostäder i närområdet samt beslutet att Bergs oljehamn kommer flytta från Nacka 2036.



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på Hammarbybacken. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.4 Värdering av risk

5.4.1 Individrisk

Med avseende på individrisk bedöms olycksriskerna förknippade med transporter av farligt gods på Hammarbybacken vara acceptabla.

5.4.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk från olyckor förknippade med farligt gods på Hammarbybacken är låg och ligger helt på acceptabla nivåer.

Placeringen av bebyggelsen innebär dock ett avsteg från Länsstyrelsens riktlinjer och det rekommenderas därför att åtgärder ändå bör vidtas för att hantera den ökade risken som avsteget innebär. Se vidare avsnitt 6.

5.5 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- **Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet**

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån en kartläggning över mottagare i närområdet samt möjlig omledning av trafik från Södra Länken.

- **Uppskattat personantal**

Personantalet har uppskattats utifrån planerade volymer inom planområdet. Utgångspunkten har sedan varit att motsvarande persontätheter även gäller för omkringliggande områden eftersom dessa kommer att exploateras med liknande bebyggelse. Exploateringen i det direkta närområdet är relativt gles, med en stor andel naturmark och huvudsakligen låg bostadsbebyggelse (tre våningar).

Med tanke på den låga risknivån behövs ett betydligt större antal transporter med farligt gods ca 100 gånger fler) för att risknivån ska bli oacceptabel. I framtiden är det sannolikt att antalet transporter med farligt gods på Hammarbybacken kommer att minska till följd av att Bergs oljehamn flyttar från Nacka 2036 samt att en förtätning av andelen bostäder görs i Hammarby sjöstad samt i Nacka och Värmdö. Någon känslighetsanalys kommer därför inte genomföras. Beräknad risknivå bedöms vara relevant att utgå från vid värdering av risk för det aktuella planförslaget.

6. Fördjupad analys

6.1 Allmänt

Enligt den fördjupade riskanalysen bedöms samhällsrisknivån för det studerade planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering.

Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då acceptansnivån är beroende av markanvändning samt avstånd till den aktuella riskkällan.

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

6.2 Allmänna åtgärder

6.2.1 Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Riktlinjer

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas.

Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas, se vidare avsnitt 6.3.

Även obebyggda ytor i närheten av en riskkälla behöver utformas med hänsyn tagen till riskpåverkan.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Den nya bebyggelsen planeras som närmast ca 13 meter från vägkant på Hammarbybacken. Det innebär att avsteg görs från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. Antalet transporter med farligt gods på vägen är få (i snitt ca 1 per dygn). Risknivån både avseende individrisk och samhällsrisk är acceptabel. Antalet transporter bedöms dessutom minska i framtiden. Bedömningen görs därför att avsteget kan accepteras men att säkerhetshöjande åtgärder ska vidtas för att hantera den ökade risk som avsteget innebär.

För att förhindra att människor skadas utomhus bör områden mellan bebyggelse och Hammarbybacken inom 25 meter från vägen utformas så att inte stadigvarande vistelse uppmuntras. Exempelvis bör uteplatser och liknande undvikas inom detta område.

För att acceptera föreslagen bebyggelsestruktur rekommenderas att kompletterande åtgärder vidtas (se nedan).

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom de aktuella områdena. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

6.3.1 Utrymning

Riktlinjer

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till en riskkälla kan behöva beakta möjliga externa olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på angränsande riskkällor (järnväg, farligt godsled, farlig verksamhet).

Bedömning utifrån studerat planförslag

Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet som vetter direkt mot Hammarbybacken (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) inom 30 meter från denna ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.

Utrymning via fönster med räddningstjänstens stegutrustning uppfyller inte syftet med ovanstående åtgärdsförslag. Vidare bör det beaktas att om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till enbart utrymningsvägar, som utgörs av trapphus som vetter mot riskkällan, så behöver fasaden mot riskkällan utformas så att strålningsnivån på utrymmande inte överstiger 2,5 kW/m² vid ett brandscenario med brännbara gaser eller brandfarliga vätskor. Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.3.

För att säkerställa att utrymning kan ske på tillfredställande sätt vid en olycka på Hammarbyvägen bör detta säkerställas i plankartan, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.2 Skydd mot brandspridning

Riktlinjer

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska m.m.) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförliggande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Bedömning utifrån studerat planförslag

Enligt den fördjupade riskbedömningen medför risken för olycka med brännbar vätska att risknivån hamnar inom ALARP för det aktuella planförslaget. Det bedöms därför rimligt att bebyggelsen utförs med fasader som vetter direkt mot Hammarbybacken (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) utföras i obrännbart material alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster och glaspartier i dessa fasader bör utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

Det är tillåtet att utföra aktuella fönster öppningsbara. Bedömningen utgår från en sammanvägning av risknivån samt att sannolikheten uppskattas vara låg för att fönster är öppna under längre tid. Det ska observeras att krav på brandklassade fönster enligt BBR generellt innebär att fönstren endast får vara öppningsbara med verktyg, nyckel eller liknande för att möjliggöra underhåll och rengöring. Det är därför väsentligt att det framgår i detaljplan eller i planbeskrivning att aktuella fönster tillåts vara öppningsbara även utan verktyg, nyckel eller liknande. Om detta inte framgår finns risk för att det i byggprocessen uppstår problem om krav på brandklassade fönster formuleras utifrån krav i BBR.

För att säkerställa att brandspridning in i byggnader förhindras vid en pölbrand på Hammarbybacken bör detta säkerställas i plankartan, se vidare avsnitt 6.4.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom det aktuella planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas:

Avstånden gäller från närmaste vägkant och avser oskyddade markområden.

- Ytor mellan ny bebyggelse och Hammarbybacken, inom 25 meter från vägen, bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom 30 meter från Hammarbybacken ska ny bebyggelse som vetter direkt mot vägen utföras med följande åtgärder:
 - Från samtliga utrymmen för stadigvarande vistelse ska det finnas åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från Hammarbybacken.
 - Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Fönster och glaspartier ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30. Fönster tillåts vara öppningsbara.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.

- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Hammarbybacken genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från vägen.

Föreslagna åtgärder bedöms medföra att ingen människa omkommer till följd. De föreslagna åtgärderna bedöms därmed ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

7. Slutsatser

Det aktuella planområdet ligger utmed Hammarbybacken som är klassad som en sekundär transportled för farligt gods. Transporter på vägen utgörs huvudsakligen av transporter med styckegods till verksamheter i området eller tankbilar som leds om vid avstängning av Södra Länken. Andra riskkällor i området utgörs av Södra Länkens avfartsramp mot Nynäsvägen (Måartunneln) samt tunnelbanans gröna linje. Dessa bedöms inte ha någon påverkan på risknivån inom planområdet.

Genomförd analys av Hammarbybacken visar att risknivån avseende individrisk och samhällsrisk utmed vägen är acceptabel. Med tanke på att korta avståndet till Hammarbyvägen föreslås ändå ett antal säkerhetshöjande åtgärder.

Med hänsyn till den låga risknivån samt föreslagna åtgärder bedöms planförslaget kunna genomföras utan att människor utsätts för oacceptabla risker.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

- /1/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /2/ ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3, 2022
- /3/ Riskanalys för Påsen och Godsvagnen, Brandskyddslaget mars 2014
- /4/ Hammarbyverket, www.stockholmexergi.se, besökt 202-03-09
- /5/ Miljörapport 2018, Hammarbyverket, Stockholm Exergi, mars 2018
- /6/ Riskanalys Sjöstadporten i Hammarby Sjöstad, avseende närhet till transportled för farligt gods samt drivmedelsstation, Brandskyddslaget, kompletterad efter samråd, januari 2007
- /7/ Farligt gods - trafikstyrning – ökad kunskap om farligt gods och förutsättningar för styrning av transporterna, Stockholms stad, 2017-11-01
- /8/ Riskbedömning Mårtensdal 6 & 10, Stockholm, Brandkonsulten AB, Utgåva 6, 2016-03-23
- /9/ Länsstyrelsens i Stockholms län lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods på väg 260 m.fl. vägar, Nacka och Stockholms kommuner, 01FS 2010:45, 24 februari 2010
- /10/ Circle K och Nacka kommun når förlikning om Bergs oljehamn, nacka.se, publicerad: 2018-11-23, besökt: 2021-03-12
- /11/ Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Trafikverkets hemsida – www.trafikverket.se, 2019
- /12/ Riskbedömning FAGO-påverkan på bebyggelse vid Södra Länken, Faveo projektledning, 2011-03-17
- /13/ Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015, WSP, 2016-0427
- /14/ Statistikrapporter från Trafikanalys:
Lastbilstrafik 2010 (Rapportnr 2011:7),
Lastbilstrafik 2011 (Rapportnr 2012:6)
Lastbilstrafik 2012 (Rapportnr 2013:12)
Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr 2014:12)
Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr 2015:21)
Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr 2016:27)

-
- /15/ kv Cikadan, Stockholms stad – Utredning PM Geoteknik – markförhållanden och grundläggning, Structor, 2021-09-20
- /16/ Information från Hans Höwits, säkerhetsstrateg på Trafikförvaltningen i Region Stockholm, 2019-09-06
- /17/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

| | | |
|----------------|----------------|----------------|
| Uppdragsnamn | | |
| Cikadan | | |
| Uppdragsgivare | Uppdragsnummer | Datum |
| JM AB | 501369 | 2023-10-30 |
| Handläggare | Egenkontroll | Internkontroll |
| Rosie Kvål | RKL 2023-10-30 | LSS 2021-03-31 |

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med transporter av farligt gods på Hammarbybacken:

- Olycka med farligt gods
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån dagens trafik eftersom antalet transporter med farligt gods bedöms minska i framtiden och nuläget således utgör det mest konservativa antagandet.

1.1 Metodik

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /1/.

1.1.1 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation:

$$\text{Antal fordonskyltademed farligt gods i trafikolyckor} = O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$
där

- X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)
- Y = Andelen singelolyckor på vägdelen
- O = Antal förväntade fordonsolyckor = Olyckskvot x Totalt trafikarbete x 10⁻⁶, där
Totalt trafikarbete = 365 dygn x Årsmedeldygnstrafik x Aktuell vägsträcka

1.1.2 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på att underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /2/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /3/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personskador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

2. Inventering av förutsättningar Hammarbybacken

Tabell A.1. Förutsättningar för Hammarbybacken – Indata till frekvensberäkningar.

| Faktor | Beskrivning |
|--|------------------------|
| Vägsträcka (km): | 1 |
| Bebyggelsemiljö: | Tätort (stad) |
| Hastighetsbegränsning (km/h): | 50 |
| Gatu-/Vägtyp: | Lokalgata |
| Årsmedeldygnstrafik (per dygn): | 8 500 |
| Andel tung trafik (%): | 10 (%) (antaget värde) |
| Farligt godsled: | Sekundär |
| Antal farligt godstransporter (per dygn): | < 1 |
| X = Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%): | 0,008 |
| O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 ⁶ fkm): | 1,2 |
| Y = Andel singelolyckor (%): | 15 |
| Index för farligt godsolycka = Sannolikhet för utsläpp givet olycka (%): | 3 |

I tabell A.2 redovisas fördelningen mellan respektive farligt godsklasser på den studerade vägsträckan utifrån kartläggning som redovisas i huvudrapporten.

/2/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/3/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

3. Resultat frekvensberäkningar – trafikolycka med farligt gods

3.1 Sammanställning

Tabell A.2. Beräknade olycksfrekvenser per år på studerad vägsträcka.

| Farligt godsklass | Andel | Idag |
|-------------------|-------|----------------|
| klass 1 | 0,0% | 0,0E+00 |
| Klass 2 | 1,2% | 6,7E-06 |
| klass 3 | 94,9% | 5,3E-04 |
| klass 4 | 0,0% | 0,0E+00 |
| klass 5 | 0,0% | 0,0E+00 |
| klass 6 | 0,0% | 0,0E+00 |
| klass 7 | 0,0% | 0,0E+00 |
| klass 8 | 4,0% | 2,2E-05 |
| klass 9 | 0,0% | 0,0E+00 |
| Totalt | | 5,6E-04 |

3.2 Klass 2. Gaser

3.2.1 Allmänt

Gaser (klass 2) delas in i tre undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

På Hammarbybacken har inga transporter med giftiga gaser identifierats. Transporter med brännbara gaser sker enligt genomförd kartläggning enbart i form av styckegods i normalläget. Vid avstängning av Södra Länken kan tanktransporter med brännbar gas förekomma på vägen. Beräkningarna omfattar enbart de gastransporter som leds om från Södra Länken.

Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 3 % (Index för farligt godsolyckor, se tabell A.1). Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /1/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $3\% \cdot 1/30 = 0,1\%$.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /1/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

3.2.2 Klass 2.1. Brännbara gaser

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

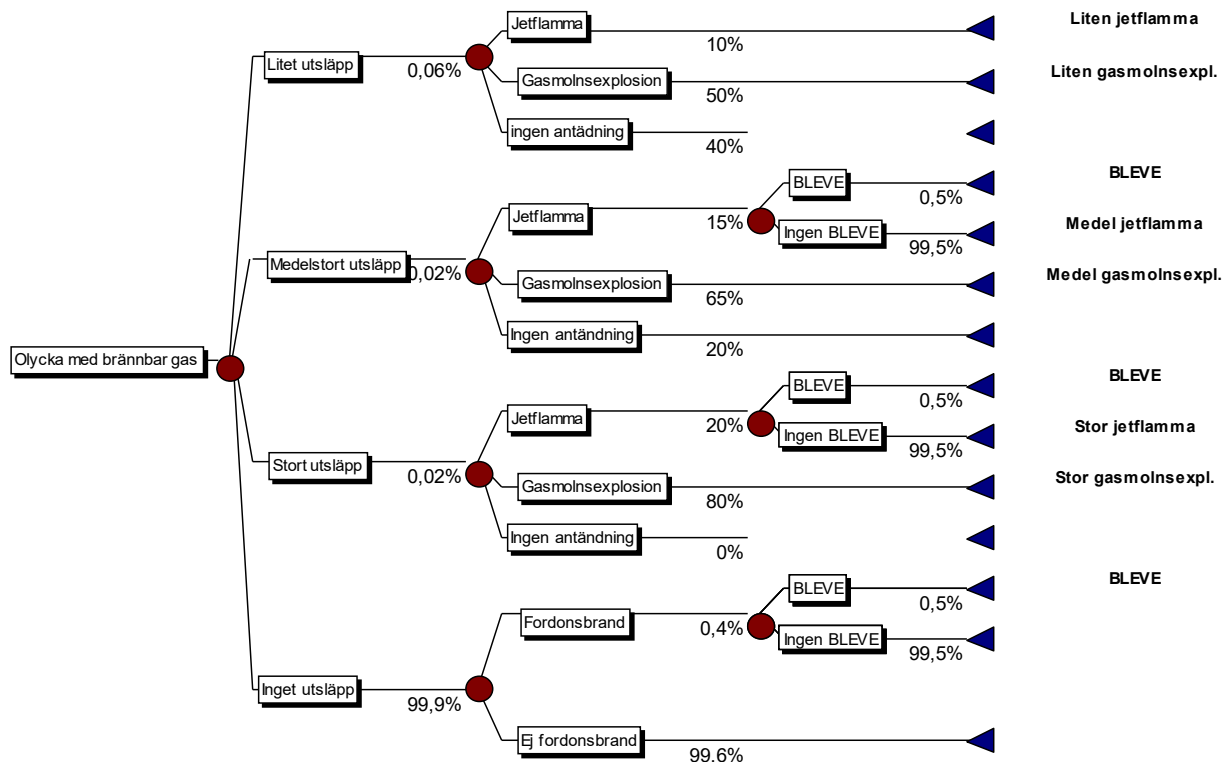
Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /4/:

| | Litet utsläpp | Medelstort utsläpp | Stort utsläpp |
|---|---------------|--------------------|---------------|
| • omedelbar antändning (jetflamma): | 10 % | 15 % | 20 % |
| • fördröjd antändning (gasmolnexplosion): | 50 % | 65 % | 80 % |
| • ingen antändning: | 40 % | 20 % | 0 % |

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med tanktransport av brännbara gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.3.

/4/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.1. Händelseträd olycka med tanktransport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.3. Beräknade olycksfrekvenser per år för olycka med brännbara gaser på studerad vägsträcka.

| Scenario | Frekvens (per år) |
|--|-------------------|
| Trafikolycka med brännbar gas | 6,7E-06 |
| Olycka med klass 2.1 | 6,7E-06 |
| Liten jetflamma | 4,2E-10 |
| Liten gasmolnsexplosion | 2,1E-09 |
| Medelstor jetflamma | 2,1E-10 |
| Medelstor gasmolnsexplosion | 9,0E-10 |
| Stor jetflamma | 2,2E-10 |
| Stor gasmolnsexplosion | 8,9E-10 |
| BLEVE | |
| - P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank | 2,2E-12 |
| - P.g.a. fordonbrand under oskadad tank | 1,3E-10 |
| - Totalt | 1,4E-10 |

3.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

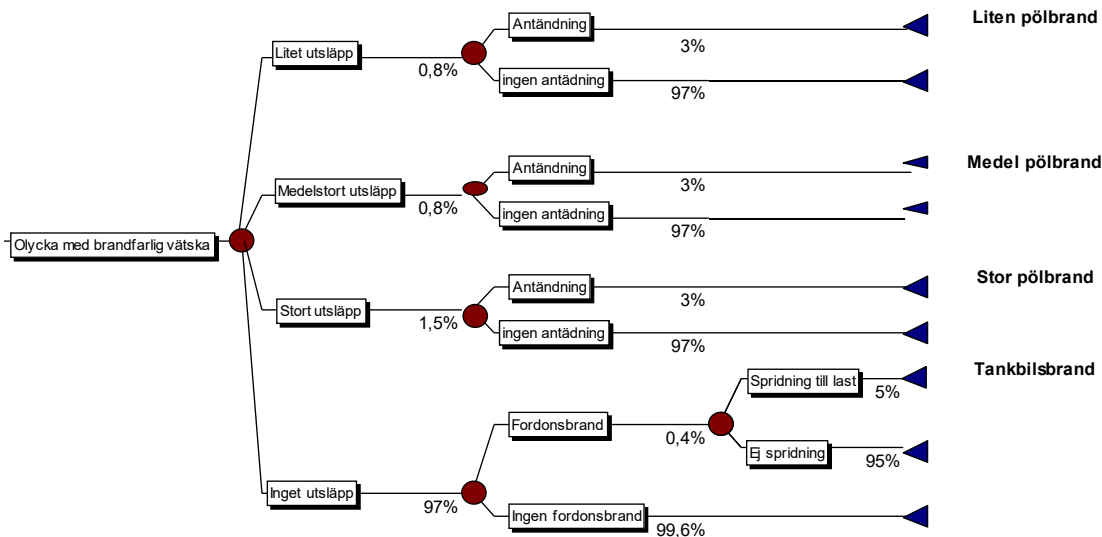
I beräkningarna antas det utifrån erfarenhet från tidigare projekt att hälften av transporterna med brännbara vätskor utgörs av klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 3 % (Index för farligt godsolyckor, se tabell A.1). Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /1/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /1, 4/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /5/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



Figur A.2. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.4. Beräknade olycksfrekvenser per år för olycka med brännbara vätskor på studerad vägsträcka.

| Scenario | Frekvens (per år) |
|---|-------------------|
| Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3) | 2,7E-04 |
| Liten pölbrand | 6,0E-08 |
| Medelstor pölbrand | 6,0E-08 |
| Stor pölbrand | 1,2E-07 |
| Tankbilsbrand | 5,2E-08 |

/5/ ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3, 2022

Uppdragsnamn

Cikadan

Uppdragsgivare

JM AB

Uppdragsnummer

501369

Datum

2023-10-30

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL

2023-10-30

Internkontroll

LSS

2021-03-32

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med transporter med farligt gods på Hammarbybacken:

- Olycka med farligt gods
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

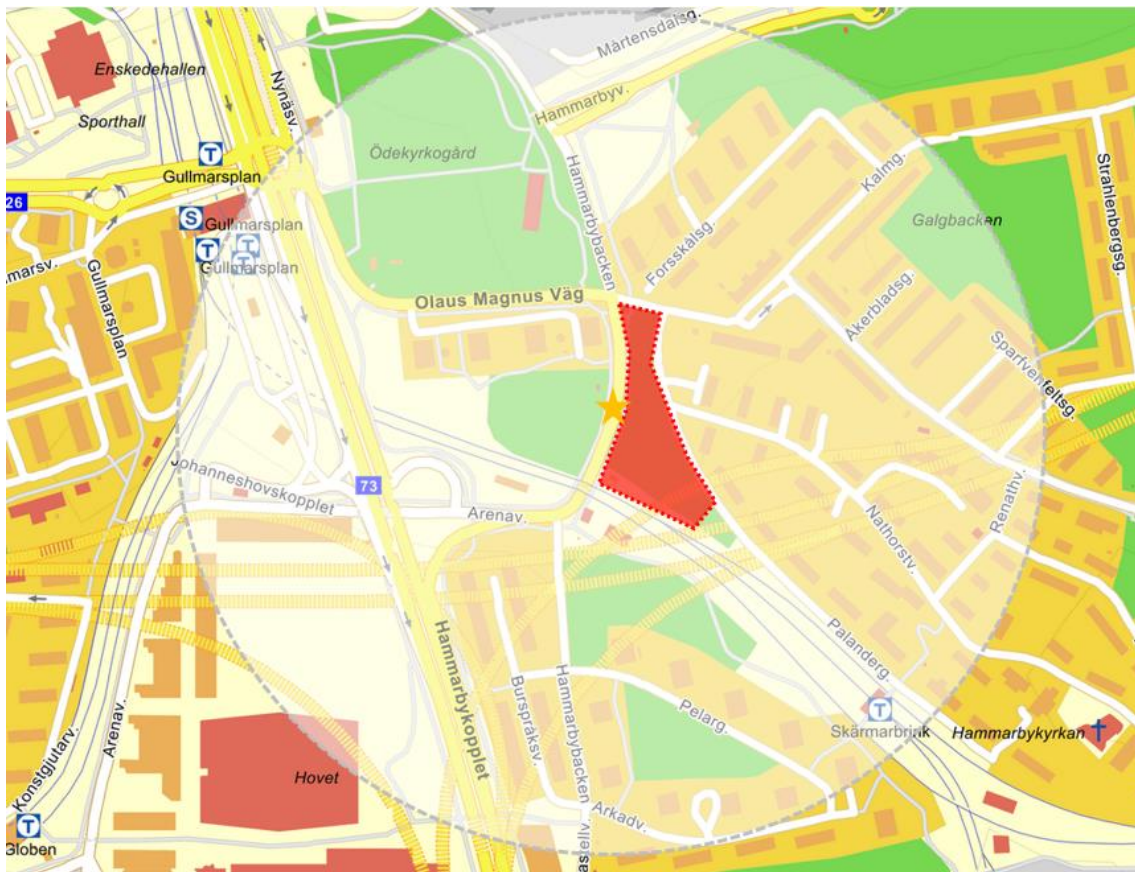
I riskanalysen används riskmåten **individerisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

2. Förutsättningar

2.1 Allmänt om det studerade området

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

- Det område som kommer att studeras omfattar både områden med planerad ny bebyggelse samt kringliggande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för planförslaget med planerad ny bebyggelse enligt beskrivningen som redovisas i avsnitt 2.1 i huvudrapporten respektive för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse). Både planförslaget och nollalternativ beaktar bebyggelse inom kringliggande områden.
- Figur B.1 visar det område som studeras i denna riskutredning samt dess närmaste omgivning. I figuren är planområdet markerat med rött.
- Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka av Hammarbybacken. Konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där de innebär så stora konsekvenser som möjligt med avseende på planerad ny bebyggelse, dvs. en olycka antas inträffa mitt för planområdet.
- Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300 meter radie kring riskkällan). Det beaktade området markeras i figur B.1.



Figur B.1. Översiktsbild över aktuellt planområde och dess omgivning.
Vita markeringar visar ungefärligt maximalt påverkansområde för olycka på Hammarbybacken, ca 300 meter.
Röd markering visar aktuellt planområdet.
Orange stjärna visar antagen placering av olycksplats.

2.2 Övergripande beskrivning av planområdet

I figur B.1 är planområdet markerat med rött. I avsnitt 2.1 i huvudrapporten beskrivs planerad ny bebyggelse. Nedan görs en övergripande beskrivning av planförslaget, vilket utgör utgångspunkt i konsekvensberäkningarna.

2.2.1 Nollalternativ

Planområdet består idag av obebyggd naturmark. Nollalternativet innebär att området inte bebyggs.

Persontätheten inom området är låg.

2.2.2 Planförslag

Planförslaget innebär flerfamiljshus i 4-9 våningar utmed Hammarbybacken, tunnelbanan samt Olaus Magnus Väg. Totalt planeras 154 lägenheter. Bebyggelsen planeras med ett avstånd av 15 meter från Hammarbybacken.

2.3 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 2.1 studeras ett område med ca 300 meters radie kring Hammarbybacken, vilket motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier, se markering i figur B.1.

Bebyggelsen i närområdet består till störst del av flerfamiljshus, infrastruktur samt och natur- eller parkmark. I vissa byggnader finns restaurang och mindre handel i bottenvåningen. Mellan väg 73 och Hammarbybacken är andelen bebyggelse låg och består av fyra flerfamiljshus i nio våningar. Öster om Hammarbybacken består bebyggelsen av flerfamiljshus i 3-4 våningar.

2.4 Sammanställning

Både planerad bebyggelse inom aktuella planområdet och kringliggande bebyggelse bedöms kunna innebära att antalet personer inom det studerade området varierar mellan olika tidpunkter.

I tabell B.1 redovisas den uppskattning av persontätheten som ligger till grund för beräkningar av antal omkomna.

Tabell B.1. Uppskattade persontätheter inom planområdet och i omgivningen.

| | Uppskattat personantal | | |
|----------------------------------|------------------------|---------|---------|
| | Totalt | Inomhus | Utomhus |
| DP - Nollalternativ | 4 | 0 | 4 |
| | | | |
| DP - Planförslag | 385 | 347 | 39 |
| | | | |
| Kringliggande områden | | | |
| - östra sidan om Hammarbybacken | 581 | 523 | 58 |
| - västra sidan om Hammarbybacken | 600 | 540 | 60 |

3. Beräkning av skadeavstånd

3.1 Klass 2.1 Brännbara Gaser

3.1.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

1. *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
2. *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
3. *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.2 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.2. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

| Faktor | Tankbil |
|--------------------|---|
| Lagringstemperatur | 15°C |
| Lagringstryck | 7 bar övertryck vid 15°C |
| Tankdiameter | 2,0 m |
| Tanklängd | 18 m |
| Tankfyllnadsgrad | 80 % |
| Tankens tomma vikt | 50 000 kg |
| Designtryck | 15 bar övertryck |
| Bristningstryck | 4 x designtrycket |
| Lufttryck | 760 mmHg |
| Väder | 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart |
| Omgivning | Många träd, häckar och enskilda hus (tätortsförhållanden) |

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /1/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

3.1.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, desto högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /1/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

3.1.3 Resultat

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Vid tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer så reduceras spridningen av gaser och det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att bebyggelsestrukturen inom planområdet medför att skadeavståndet för bakomliggande bebyggelse reduceras med ca 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.3 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

Tabell B.1. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

| Skadescenario | Sannolikhet att omkomma | Skadeavstånd (meter) | | | |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|-------|---|-------|
| | | Oskyddad bebyggelse | | Skyddad bebyggelse ca 50 % reduktion | |
| | | bredd | längd | bredd | längd |
| Liten jetflamma | 5 % inomhus | 6 | 5 | 6 | 2,5 |
| | 50 % utomhus | 6 | 5 | 6 | 2,5 |
| Liten gasmolnexplosion | 5 % inomhus | 2 | 5 | 2 | 2,5 |
| | 50 % utomhus | 2 | 5 | 2 | 2,5 |
| Medelstor jetflamma | 5 % inomhus | 15 | 15 | 15 | 7,5 |
| | 50 % utomhus | 15 | 15 | 15 | 7,5 |
| Medelstor gasmolnexplosion | 5 % inomhus | 50 | 70 | 50 | 35 |
| | 50 % utomhus | 50 | 70 | 50 | 35 |
| Stor jetflamma | 5 % inomhus | 60 | 55 | 60 | 27,5 |
| | 50 % utomhus | 60 | 55 | 60 | 27,5 |
| Stor gasmolnexplosion | 5 % inomhus | 215 | 185 | 215 | 92,5 |
| | 50 % utomhus | 215 | 185 | 215 | 92,5 |
| BLEVE | 5 % inomhus | 440 | 220 | 440 | 110 |
| | 50 % utomhus | 440 | 220 | 440 | 110 |
| | 50 % utomhus | 30 | 15 | 30 | 10 |

3.2 Klass 3. Brandfarliga vätskor

3.2.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /2/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradien)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /3/.

Flamhöjd (H_F) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /4/: $H_f = 0.23 \cdot Q^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_F = D / 3$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammen, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /5/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.2). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /6/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

/2/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/3/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

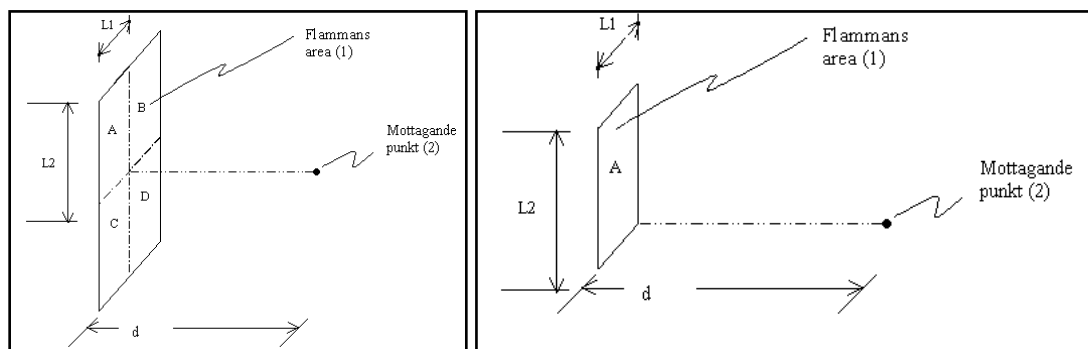
/4/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/5/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/6/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.2.



Figur B.2. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /7/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.2.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m²) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.5).

Tabell B.5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

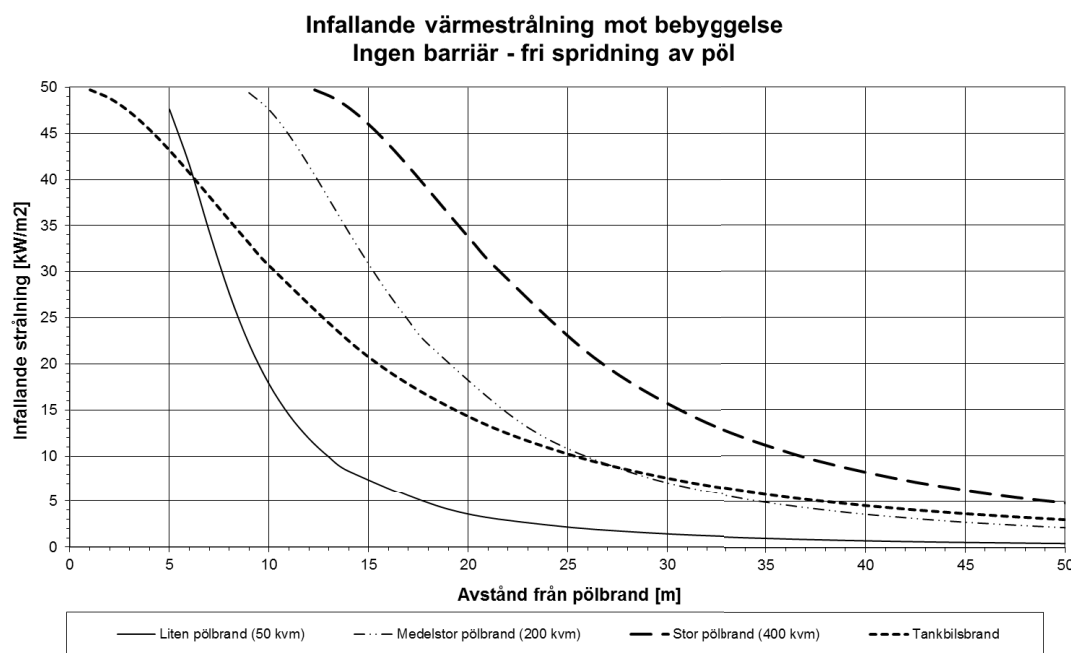
| Scenario | Brinnande yta A_f (m ²) | Utvecklad effekt Q (kW) | Brandens diameter D_f (m) | Flamhöjd H_f (m) | Utfallande strålning I_0 (kW/m ²) |
|----------------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|---|
| Liten pölbrand | 50 | 50 000 | 8,0 | 8,0 | 49,8 |
| Medelstor pölbrand | 200 | 200 000 | 16,0 | 16,0 | 42,8 |
| Stor pölbrand / Tankbilsbrand | 400 | 400 000 | 22,6 | 22,6 | 37,7 |

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.3 (cirkulär brand utan barriär). Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

/7/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

Enligt tabell B.5 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större pölbränder. Soten och röken döljer själva flammen och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m² för samtliga brandscenarier.

I figur B.3 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.



Figur B.3. Infallande strålning som funktion av avståndet från cirkulär pölbrand respektive tankbilsbrand vid fri spridning utan avskärmande barriär.

3.2.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, desto högre sannolikhet för skada.

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /8/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

/8/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /1, 3/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (< 5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m². Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

10 kW/m²: < 5 % sannolikhet att omkomma
 15-20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
 > 40 kW/m²: 100 % sannolikhet att omkomma

3.2.3 Resultat

I tabell B.6 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.7.

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

| Skadescenario | Sannolikhet att omkomma | Skadeavstånd (meter) | |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| | | Oskyddad bebyggelse | Skyddad bebyggelse |
| Liten pölbrand | 5 % inomhus | 11 | 5 |
| | 100 % utomhus | 6 | 0 |
| | 50 % utomhus | 9 | 3 |
| | 5 % utomhus | 13 | 6 |
| Medelstor pölbrand | 5 % inomhus | 22 | 12 |
| | 100 % utomhus | 13 | 4 |
| | 50 % utomhus | 19 | 10 |
| | 5 % utomhus | 25 | 15 |
| Stor pölbrand | 5 % inomhus | 30 | 17 |
| | 100 % utomhus | 18 | 5 |
| | 50 % utomhus | 27 | 15 |
| | 5 % utomhus | 35 | 22 |
| Tankbilsbrand | 5 % inomhus | 20 | 17 |
| | 100 % utomhus | 7 | 5 |
| | 50 % utomhus | 10 | 15 |
| | 5 % utomhus | 25 | 22 |

4. Beräkning av antal omkomna

I tabell B.7 redovisas beräknat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området (aktuella planområden samt kringliggande bebyggelse).

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – antal omkomna vid olycka med farligt gods på Hammarbybacken.

| Skadescenario | Uppskattat antal omkomna | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|---------|--------|----------------|---------|--------|
| | Planalternativ | | | Nollalternativ | | |
| | Inomhus | Utomhus | Totalt | Inomhus | Utomhus | Totalt |
| Klass 2.1 Brännbar gas | | | | | | |
| Liten jetflamma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Liten gasmolnexplosion | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medelstor jetflamma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medelstor gasmolnexplosion | 3 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Stor jetflamma | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Stor gasmolnexplosion | 17 | 19 | 37 | 0 | 2 | 2 |
| BLEVE | 20 | 22 | 43 | 3 | 5 | 8 |
| | | | | | | |
| Klass 3 Brandfarlig vätska | | | | | | |
| Liten pölbrand | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Medelstor pölbrand | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stor pölbrand | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Tankbilsbrand | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |