



Riskutredning för påkörningsrisk



Underlag till detaljplanearbetet för Kvarntorps Gränd och
Olshammarsgatan, Stockholm

2022-02-24



Projektinformation

Projektnamn: Riskutredning för påkörningsrisk, Kvarntorps Gränd och Olshammarsgatan

Fastighet: Del av Stockholm Älvsjö 1:1 och Hagsätra 1:2

Kommun: Stockholm

Uppdragsgivare: Sveafastigheter Bostad AB

Kontaktperson: Viktor Gärde
viktor.garde@sveafastigheter.se
070-666 41 54

Uppdragsansvarig: David Winberg
david.winberg@briab.se
073-144 21 06

Handläggare: Håkan Niva
hakan.niva@briab.se
070-431 11 01

Datum	Typ av handling	Upprättad av	Kontrollerad av
2022-02-24	Riskutredning, justering av benämningar och mindre formatändringar	Håkan Niva	Håkan Niva (förenklad egenkontroll)
2022-02-04	Riskutredning, uppdaterade skisser	Håkan Niva	Håkan Niva (förenklad egenkontroll)
2021-11-16	Riskutredning, sammanförd version	Håkan Niva (Kvarntorps Gränd & sammanförd version) Erik Bryngelsson (Olshammarsgatan)	Erik Öberg



Innehållsförteckning

1 Inledning	3
1.1 Bakgrund och förutsättningar	3
1.2 Syfte och mål	5
1.3 Omfattning och avgränsningar	5
1.4 Underlag	5
1.5 Kvalitetssystem	6
1.6 Revideringar	6
2 Riskhänsyn vid fysisk planering	7
2.1 Riskbegrepp	7
2.2 Styrande dokument	7
2.3 Riskhanteringsprocessen	8
2.4 Projekt som påverkar befintlig kollektivtrafik	9
3 Fördjupad bedömning av påkörningsrisk	11
3.1 Hagsätra station	11
3.2 Kvarntorps Gränd	11
3.3 Olshammarsgatan	12
3.4 Beräkning och värdering av påkörningsrisk	13
3.5 Osäkerhetsanalys	18
4 Diskussion och slutsatser	21
4.1 Diskussion	21
4.2 Slutsatser	22
Referenser	23

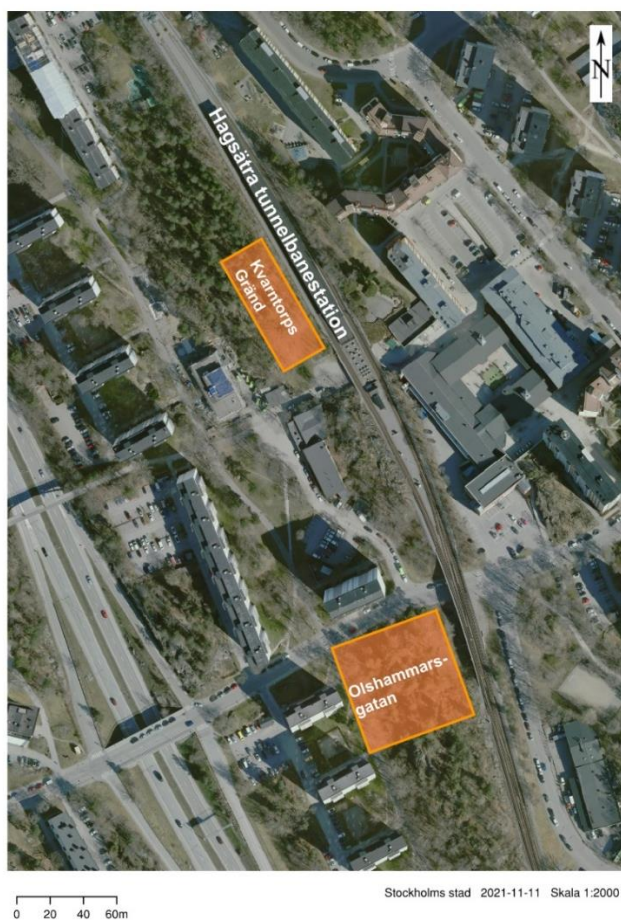


1 Inledning

1.1 Bakgrund och förutsättningar

Sveafastigheter AB planerar för två projekt i centrala Hagsätra: Kvarntorps Gränd intill Hagsätra tunnelbanestation och Olshammarsgatan mellan Huddingevägen och tunnelbanan, se Figur 1.

I planeringsskedet för dessa projekt har det uppmärksammats att avstånd mellan byggnader och tunnelbanans spår kan innebära risk för påkörning i händelse av ett urspåret tunnelbanetåg. Briab har i denna rapport utrett påkörningsrisken för den planerade bebyggelsen.

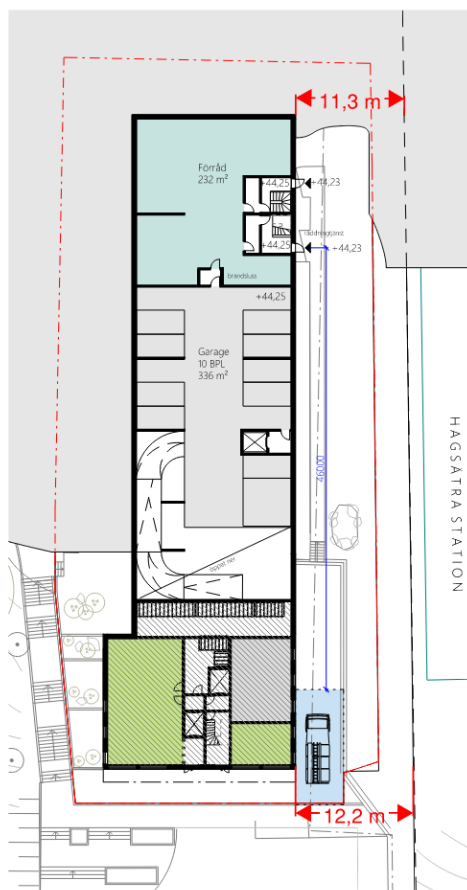


Figur 1. Del av fastigheten Älvsjö 1:1 och Hagsätra 1:2 med ungefärlig markering där Kvarntorps Gränd och Olshammarsgatan planeras att uppföras. Källa: [1], redigerad av Briab.



1.1.1 Kvarntorps Gränd

Kvarntorps Gränd innefattar ett bostadshus med 130 hyresbostäder, utrymmen för "co-working" med tillhörande utrymmen [2]. En situationsplan visas i Figur 2 där avstånd till mitten på närmaste tunnelbanespår framgår.



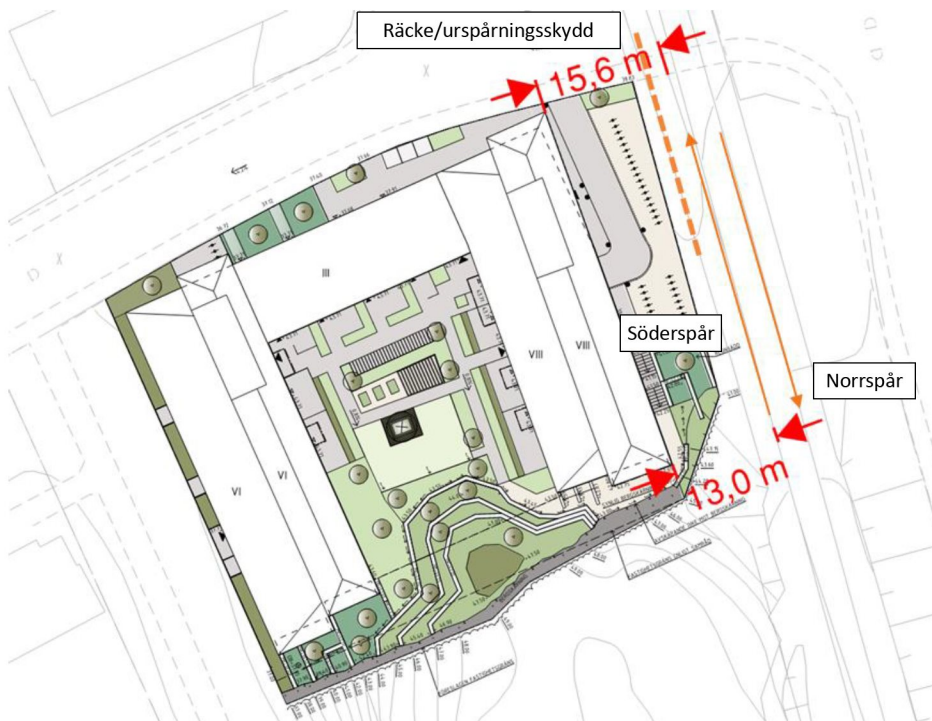
Plan 10B, garage

Figur 2. Bild över entréplan med avstånd till närmaste tunnelbanespår. Källa: Belatchew Arkitekter [3], redigerad av Briab.



1.1.2 Olshammarsgatan

Olshammarsgatan innefattar ett bostadshus med hyresbostäder. En situationsplan visas i Figur 3 där avstånd till mitten på närmaste tunnelbanespår framgår.



Figur 3. Situationsplan med avstånd till mitten av närmaste tunnelbanespår. Källa: Ettelva Arkitekter [4], redigerad av Briab.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att undersöka om ny bebyggelse inom del av fastigheten Älvsjö 1:1 och Hagsätra 1:2 i Stockholm är lämpad för ändamålet med hänsyn till påkörningsrisken i händelse av urspårning på tunnelbanan.

Målet med utredningen är att utgöra ett underlag för fortsatt planering av ny bebyggelse.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Utredningen avgränsas till den påverkan på människors liv och hälsa som kan uppstå till följd av påkörning med urspårat tåg. Den geografiska avgränsningen utgörs av de två områdena som framgår i Figur 1.

1.4 Underlag

I Tabell 1 framgår vilket planeringsunderlag som nyttjas i utredningen.

Tabell 1. Planeringsunderlag.

Handling	Datering	Upprättad av
Kvarntorps Gränd: Situationsplan och fasadskisser	2022-02-04	Belatchew Arkitekter
Olshammarsgatan: Situationsplan och fasadskiss	2022-01-26	Ettelva arkitekter



1.5 Kvalitetssystem

Utredningen omfattas av kontroll enligt Briabs kvalitetssystem som är upprättat och certifierat i enlighet med ISO 9001. Kvalitetskontrollanter har varit Erik Öberg, brandingenjör & civilingenjör riskhantering (Kvarntorps Gränd & sammanförd version) och Håkan Niva, brandingenjör & civilingenjör riskhantering (Olshammarsgatan).

1.6 Revideringar

2022-02-24: Benämningarna "Hagsätra Hub" och "Hagsätra Junior" har ersatts med Kvarntorps Gränd och Olshammarsgatan. Mindre redaktionella ändringar.

2022-02-04: Nya skisser har införts. För Kvarntorps Gränd har bebyggelsen flyttats cirka 5 meter längre bort från tunnelbanespåren i jämförelse med samrådsförslaget, vilket inneburit att vissa delar av utredningen skrivits om. Tidigare beräkningar och diagram har behållits.

2021-11-16: Denna rapport utgör en sammanfogning av två tidigare upprättade utredningar som gjorts för Kvarntorps Gränd (daterad 2019-08-26) respektive Olshammarsgatan (daterad 2020-06-16). Rapportstrukturen, text och vissa figurer har anpassats efter detta. Vissa figurer har uppdaterats grafiskt, men beräkningsresultat och slutsatser har ej ändrats. Referenser för exempelvis antal tåg skiljer sig mellan utredningarna då olika daterade tidtabeller nyttjats.



2 Riskhänsyn vid fysisk planering

I detta avsnitt redogörs för styrande dokument och begrepp kopplade till riskhänsyn vid fysisk planering.

2.1 Riskbegrepp

Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I denna utredning avses en oönskad händelses sannolikhet multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda. Ofta kvantifieras risk med två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisk.

Med **individrisk**, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år på en specifik plats. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabelt höga risknivåer [5].

Samhällsrisk, eller kollektivrisken, visar den ackumulerade sannolikheten för det minsta antal människor som omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område [5].

2.2 Styrande dokument

2.2.1 Plan- och bygglagen

Vid planläggning ska, enligt plan- och bygglagen (2010:900), bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

2.2.2 Rekommendationer och riktlinjer

För att tydliggöra vilken mark som med hänsyn till människors hälsa och säkert och risken för olyckor är lämpad för ändamålet har Länsstyrelsen i Stockholms presenterat ett antal vägledningar och riktlinjer för riskhänsyn vid fysisk planering.

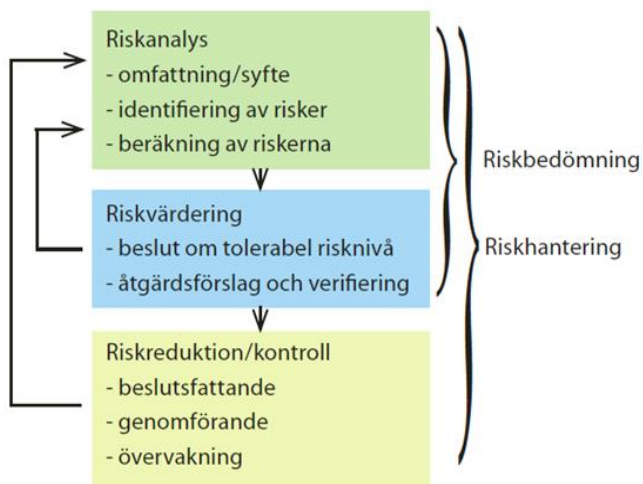
Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationerna *Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag* [6] och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen* [7]. Dessa är generella rekommendationer på innehåll i riskanalyser i planprocessen.

Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands har tillsammans gett ut *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [8] som är en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.



2.3 Riskhanteringsprocessen

Riskhantering utgör ett systematiskt och kontinuerligt arbete för att kontrollera eller minska olycksrisker. Hanteringen kan delas in i tre delar: riskanalys, riskvärdering och riskreduktion. Schematiskt kan processen beskrivas enligt Figur 4.



Figur 4. Riskhanteringsprocessen [8].

2.3.1 Riskanalys

Riskanalys utgör den första delen i riskhanteringsprocessen. En grundläggande förutsättning för ett välgrundat resultat av en riskanalys är att dess syfte och omfattning är tydligt beskrivna. Efter detta kan en identifiering och beräkning av risker (kvalitativt eller kvantitativt) göras [8].

2.3.2 Riskvärdering

Värdering av risker görs genom att uppskattade risknivåer jämförs mot tydligt motiverade värderingskriterier för att åskådliggöra om risknivån ligger på en tolerabel nivå eller ej. Visar riskvärderingen på en icke tolerabel risknivå ska åtgärdsförslag tas fram och verifieras vilket innebär att risken, inklusive föreslagna åtgärder, på nytt analyseras och värderas för att påvisa att åtgärderna har en riskreducerande effekt [8]. Vid fysisk planering kan riskreducerande åtgärder exempelvis vara att rekommendera mindre känslig verksamhet, verksamhet där människor inte uppehåller sig längre stunder, skyddsavstånd eller särskilda funktionskrav.

2.3.2.1 Värderings- och acceptanskriterier

För risker förknippade med människors hälsa och säkerhet bedöms risknivåerna övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket, nuvarande MSB [5]:

- **Rimlighetsprincipen** - Risker som med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller reduceras ska alltid åtgärdas (oavsett risknivå).
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster som verksamheten medför.



- **Fördelningsprincipen** - Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer** - Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För individrisk och samhällsrisk bedöms risknivåerna utifrån de av DNV (Det Norske Veritas) framtagna kvantitativa acceptanskriterier [5]. Länsstyrelsen i Stockholms län har bedömt att dessa kriterier har fördelarna att de är framtagna med avseende på svenska förhållanden och att de har ett tydligt markerat ALARP¹-område [7]. Följande kriterier för individrisk har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små: 10^{-7} per år.

Följande kriterier för samhällsrisk, där N är antalet omkomna, har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1.
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1.

Mellan den övre och undre individ- respektive samhällsriskgränsen finns det område som benämns ALARP.

Proportionalitets- och fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls vid värdering med de probabilistiska värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk. Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis så kallad kostnad-nytta-analys [5].

2.3.3 Riskreduktion

Risikanalys och riskvärdering utgör tillsammans det som kallas för "riskbedömning" som i sin tur ligger till grund för riskhanteringsprocessens sista del: riskreduktion. Denna omfattar ställningstaganden och beslutsfattanden, genomförande av eventuella riskreducerande åtgärder samt kontroll och återkoppling gentemot risikanalysens syfte och mål [8].

2.4 Projekt som påverkar befintlig kollektivtrafik

Stockholms läns landsting (SLL) har tagit fram en särskild blankett² som vänder sig till den som planerar ett projekt som på ett eller annat sätt kommer att påverka kollektivtrafiken. Syftet är att i ett tidigt skede ta reda på vilka delar av kollektivtrafiken som kan komma att bli berörda för att underlätta planeringsprocessen av projektet.

¹ As Low As Reasonably Practicable (= risker kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna.)

² Blanketten återfinns på SLLs hemsida:

<https://www.regionstockholm.se/globalassets/2.-kollektivtrafik/sl/att-arbeta-nara-spar/blankett-for-anmalan-av-arbete-i-narheten-av-kollektivtrafikanlaggningen.pdf>



Inget projekt får äventyra SL:s anläggnings bärighet, fortbestånd eller livslängd. Alla projekt ska påvisa att detta grundläggande krav uppfylls samt att ingen påförd last sker. All förändring av SL:s anläggning ska uppfylla gällande krav och riktlinjer för kollektivtrafikanläggningar vilket ska bekostas av projektet. De ska även utföras i enlighet med Trafikförvaltningens anvisningar.



3 Fördjupad bedömning av påkörningsrisk

3.1 Hagsätra station

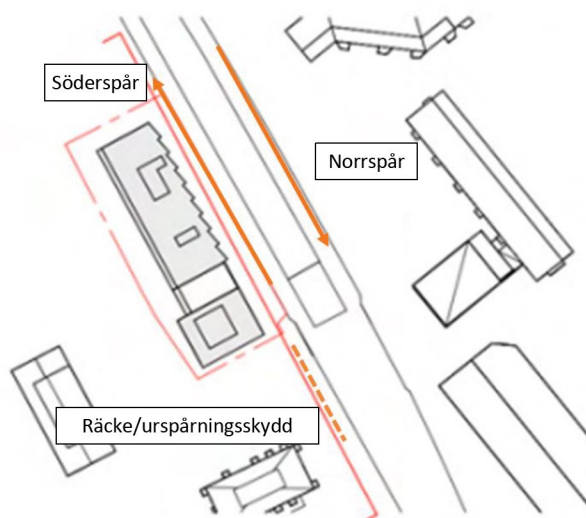
Hagsätra station är ändstation för tunnelbanans gröna linje 19. Hagsätragrenen kommer bli en del av den blåa linjen i och med att tunnelbanan byggs ut [9]. Till Hagsätra station anländer cirka 873 tåg per vecka vilket motsvarar i genomsnitt 125 passager per dygn [10]. Antal tåg som lämnar Hagsätra station varje vecka är cirka 917 vilket motsvarar 131 passager per dygn [11]. Detta innebär att 256 tåg passerar fastigheten varje dygn.

Maximal hastighet på gröna linjen är i dagsläget 70 km/h och i anslutning till plattformarna 50 km/h, men nya vagnar kan i framtiden eventuellt komma att ha en maximal hastighet om 80 km/h på raksträckor och 60 km/h förbi perronger [12].

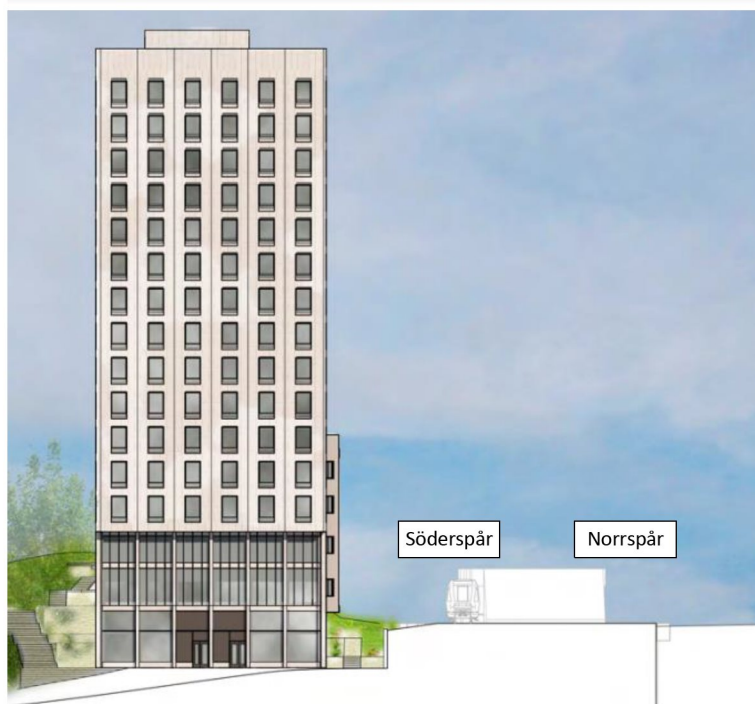
3.2 Kvarntorps Gränd

Fastigheten är belägen intill Hagsätra station, och marken inom fastigheten sluttar från dess norra del mot den södra. Byggnadens södra del kommer husera utrymmen belägna på lägre höjd än spåret. Planet längst ner med tillträde mot gatan utgörs av publika utrymmen som exempelvis tvättutrymmen, cykelverkstad och café. Kvarntorps Gränds östra fasad som vetter mot Hagsätra station och tunnelbanespåren visas i Figur 7. Det första våningsplanet med fönster utmed hela byggnaden utgörs av gemensamma utrymmen samt utrymmen för co-working, vilket i denna utredning likställs med kontorsutrymmen.

Avstånd mellan närmaste tunnelbanespår (spårmitt) och den planerade byggnaden är som minst cirka 11 meter i den norra delen och som mest cirka 13 meter i söder. Spåret är placerat på +45 meter vilket är något lägre än närmaste delen av fastigheten i norr, och cirka 1-2 meter högre än närmaste delen av fastigheten åt söder. Det finns räcke/urspärningsskydd söder om planområdet då spåret passerar över en gångtunnel.



Figur 5. Planerad bebyggelse och över fastigheten med omgivning. Orange markering anger ungefärlig placering av räcke/urspärningsskydd längs med spåret [13].



Figur 6. Fasad mot söder [14].

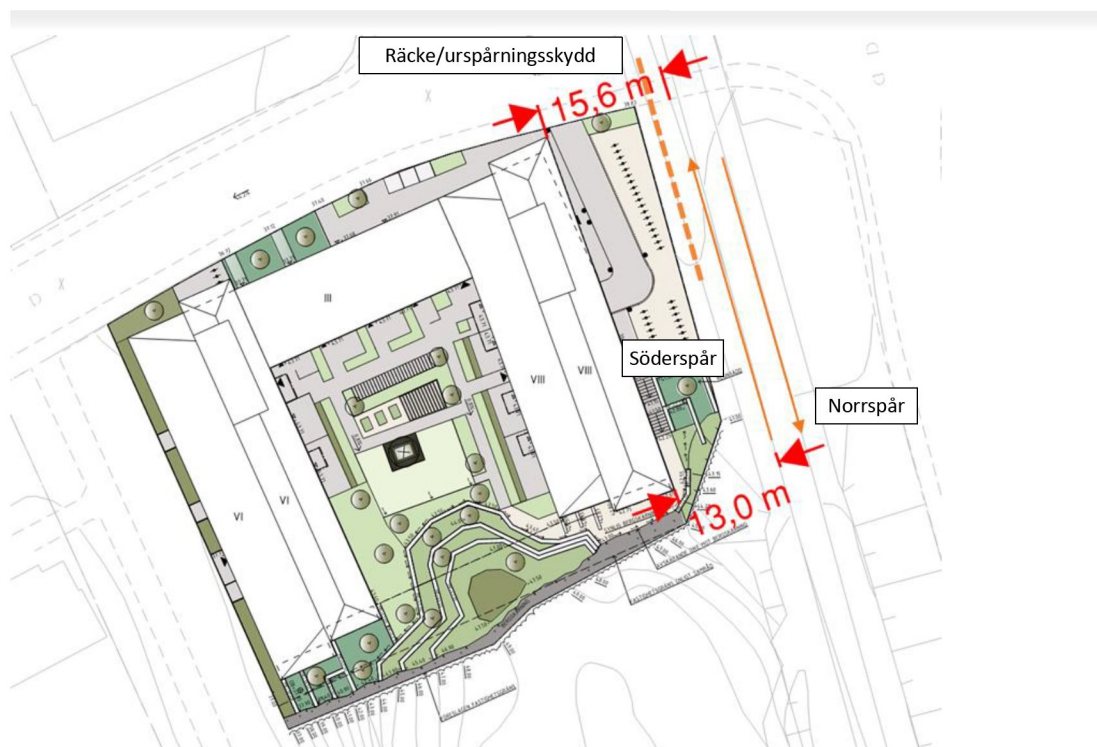


Figur 7. Fasad mot öster som vetter mot stationen och tunnelbanespåren [13].

3.3 Olshammarsgatan

Olshammarsgatan är cirka 250 meter söder om Hagsätra station. Fastigheten sluttar från dess södra del mot den norra. Utmed spåret kommer byggnaden husera utrymmen belägna på lägre höjd än spåret.

Avstånd mellan närmaste tunnelbanespår (spårmitt) och den planerade byggnaden är som minst cirka 13 meter i den södra delen och som mest cirka 16 meter i norr. Det finns räcke/urspärningsskydd förbi norra delen av planområdet då spåret passerar över en gångtunnel.



Figur 8. Situationsplan över fastigheten [4].



Figur 9. Fasad mot söder för delen närmast tunnelbanespåren [15].

3.4 Beräkning och värdering av påkörningsrisk

Påkörningsrisken beräknas som om det inte föreligger någon större höjdskillnad mellan spårområdet och nya byggnader, då kan en metod beskriven i vägledningen *"Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone"* nyttjas för att beräkna



påkörningsrisken. Vägledningen används i den europeiska konstruktionsstandarden för att beräkna olyckslaster för bärverk intill järnvägar [16].

För att kompensera för rådande höjdskillnader inte tas med i modellen kommer tågets hastighet att ökas med motsvarande lägesenergi i förhållande till byggnadens lägsta del inom respektive område. Det antas att det urspårade tåget färdas i den i dagsläget högsta tillåtna hastigheten, som är 50 km/h utmed Kvarntorps Gränd och 70 km/h utmed Olshammarsgatan. Dessa räknas om till 55 km/h respektive 77 km/h genom:

$$v_{\text{komp}} = \sqrt{v_{\text{tåg}}^2 + 2g \times \text{höjdskillnaden}}$$

Sannolikheten per år för att ett tåg spårar ur på väg mot bärverket kan beskrivas och beräknas med [16]:

$$P_1 = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3}$$

där

e_r = urspårningsfrekvens per tågakilometer vilken ansätts till $2,5 \times 10^{-8}$ utifrån rådande spårförhållanden [16]

d = längsta urspårningssträcka för ett urspårat tåg, i meter. Kan beräknas med $V^2/80$ där V är hastigheten i km/h.

Z_d = antal tåg per dygn = 256 per dygn i genomsnitt enligt gällande tidtabeller

Följande värden på P_1 erhålls för Kvarntorps Gränd respektive Olshammarsgatan:

$$P_{1,\text{Kvarntorp}} = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3} = 0,25 \times 10^{-8} \times 37,8 \times 256 \times 365 \times 10^{-3} \approx 8,8 \times 10^{-6}$$

$$P_{1,\text{Olshammar}} = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3} = 2,5 \times 10^{-8} \times 74,1 \times 256 \times 365 \times 10^{-3} \approx 1,73 \times 10^{-4}$$

Intill tunnelbanestationens plattform förväntas inte tåg som spårar ur på det bortre spåret utgöra en påkörningsrisk för de planerade byggnaderna på andra sidan av plattformen. Sannolikheten för att ett tåg som har spårat ur på spåret närmast fastigheten ska kollidera med en byggnad på fastigheten kan därmed beräknas med ekvationen för enkelspår (2a) från [16]:

$$P_{2,\text{Enkel}} = [(b-a)/b]^2 \times 0,5 \times c/d = [(V^{0,55}-a)/V^{0,55}]^2 \times 0,5 \times c/d$$

där

b = maximal lateral urspårningssträcka mätt från spårmitt, vilken kan beräknas med $V^{0,55}$ där V är hastighet vid urspårning i km/h

a = vinkelrätt avstånd (m) från spårmitt till närmaste byggnadsdel

c = avståndet parallellt med spåret som löper risk att bli påkört av urspårat tåg på avståndet a . Beräknas för $a = 0, 1 \dots 14, 15$ meter med:

$$c = (d/b) \times (b-a) \text{ om } b > a. \text{ Om } b < a \text{ blir } c = 0$$

d = se ovan



Där spårområdet är dubbelspårigt kan sannolikheten för att ett tåg som har spårat ur kolliderar med en byggnad på fastigheten beräknas med ekvationen för dubbelspår (2b) från [16]:

$$P_{2,Dubbel} = [(b-a)/b]^2 + [(b - (a+4,2))/b]^2 \times 0,25 \times c/d$$

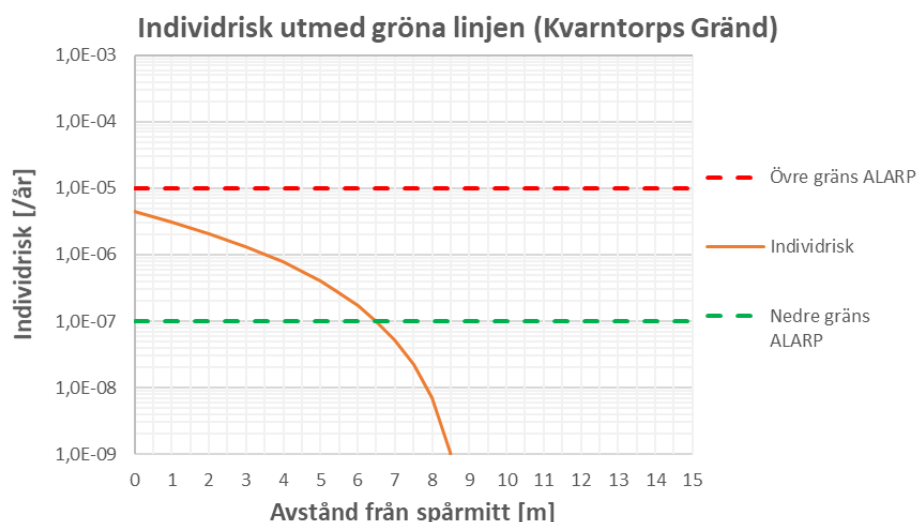
Sannolikheten per år (P) för påkörning av byggnad som placeras intill tunnelbanan kan slutligen beräknas med:

$$P = P_1 \times P_2$$

3.4.1 Individrisk

Om det antas att en påkörning av byggnad alltid medför att någon omkommer i byggnaden kan individriska beskrivas med Figur 10 och Figur 11 för Kvarntorps Gränd respektive Olshammarsgatan.

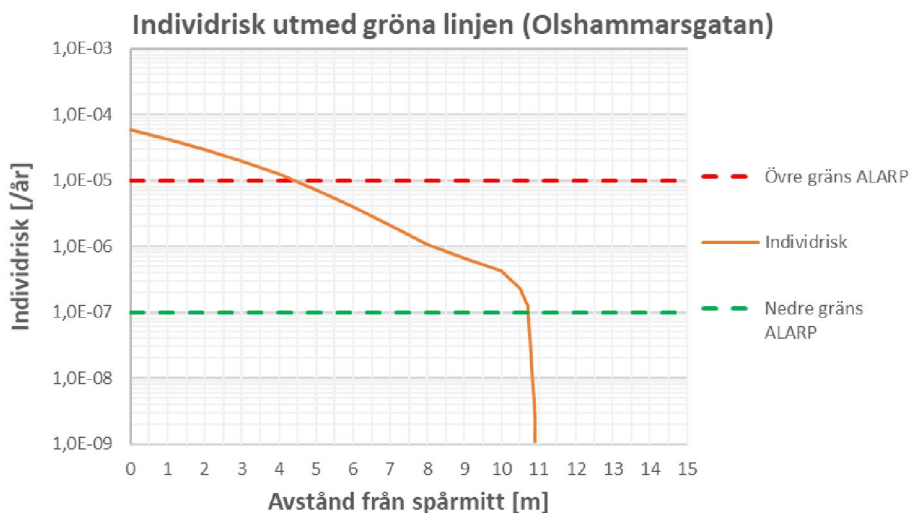
Individriska intill Hagsätra station underskrider det nedre gränsvärdet för ALARP vid cirka 7 meter från närmaste spårmittpunkt. Med planerad bebyggelse inom Kvarntorps Gränd på cirka 11-12 meters avstånd innebär det att individriska är under ALARP.



Figur 10. Individrisk intill Hagsätra tunnelbanestation förbi Kvarntorps Gränd.



Individrisken utmed tunnelbanan förbi Olshammarsgatan, där det är dubbelspår, underskrider det nedre gränsvärdet för ALARP vid cirka 11 meter från närmaste spårmittpunkt. Eftersom byggnader planeras på minst 13 meters avstånd är individrisken under ALARP.



Figur 11. Individrisk intill tunnelbanespåret förbi Olshammarsgatan.

3.4.2 Samhällsrisk

För beräkning av samhällsrisk behöver det uppskattas hur många personer som kan förväntas omkomma vid påkörning. År 2013 inträffade på Saltsjöbanan en påkörning av ett bostadshus då ett tåg forcerade en stoppbock i hög hastighet och frontalkolliderade med huset. I olyckan omkom ingen och inget fortskridande ras inträffade men enstaka rum i markplan förstördes [17]. Aktuella byggnader står inte bakom en stoppbock, det vill säga i tågets färdriktning, utan bredvid spåret vilket bedöms vara fördelaktigt sett till de påkörningskrafter som kan uppkomma. Att ett fortskridande ras eller total kollaps ska inträffa för aktuell byggnad bedöms vara ytterst osannolikt. Då delar av byggnaderna kommer att vara över fem våningar ställs även särskilda krav i gällande europeiska konstruktionsstandarder på bärverkets robusthet och seghet [18] vilket minskar risken för ett fortskridande ras. Utifrån detta bedöms en påkörning medföra att endast rum i markplan som ligger mot tunnelbanan förstörs.

Nedan redovisas antaganden för persontäthet samt beräkningar för samhällsrisk avseende Kvarntorps Gränd respektive Olshammarsgatan.

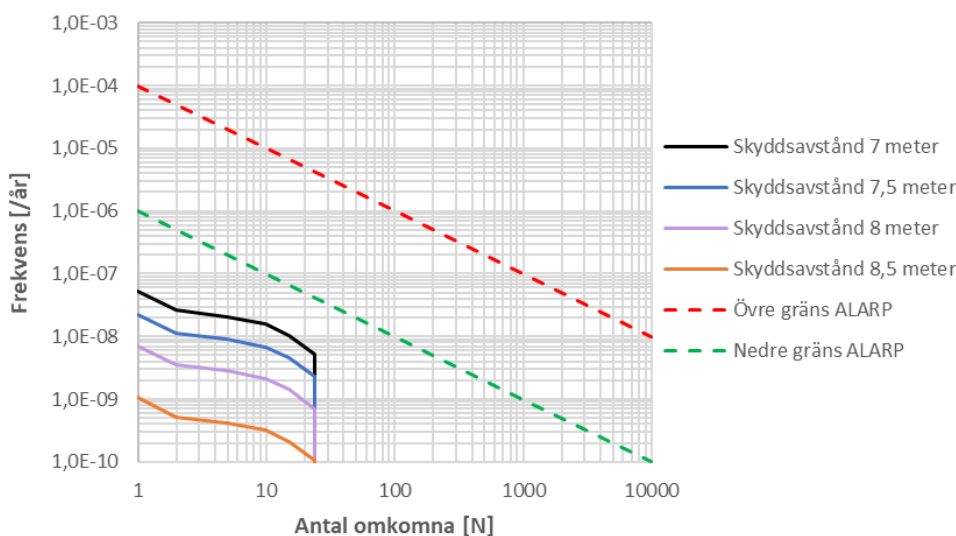
Kvarntorps Gränd

Om det antas att det i de gemensamma och publika utrymmena som är i markplan (cirka 930 m²) befinner sig en person per 20 m² fås 47 personer. Om det sedan antas att hälften av dessa vistas i de rum som vetter mot spåret kan upp till cirka 24 personer förväntas omkomma. Rådande förutsättningar för utrymmena medför dock att denna siffra bedöms som osannolik, och att det krävs en nyansering som tar hänsyn till hur ofta personer befinner sig i dessa utrymmen.

I de kontorsliknande utrymmena i markplanet förväntas personer vistas främst under dagtid och inte under kvällar, nätter och helger. Under kontorstid kan personerna fördelas i olika



stora grupper i lokalerna. I de flesta fall bedöms enstaka personer omkomma vid ett urspårat tåg som träffar byggnaden, därmed antas 50 % av fallen leda till att en person omkommer. Resterande fall utgörs av 2, 5, 10, 15 samt 24 omkommande, där respektive utfall utgör 10 %. Med kännedom om detta beräknas samhällsrisk för olika placeringar av byggnaden och resultatet redovisas i Figur 12. Eftersom tidigare beräkningar visar att individrisken är försumbar vid avstånd större än cirka 7 meter från spåret kommer samhällsriskerna också vara försumbara vid dessa avstånd. I stället presenteras samhällsriskerna för avstånd på 7 till 8,5 meter, som visar på en samhällsrisk under ALARP. Utifrån detta är samhällsriskerna under ALARP-området med nuvarande skyddsavstånd från närmaste spårmit.

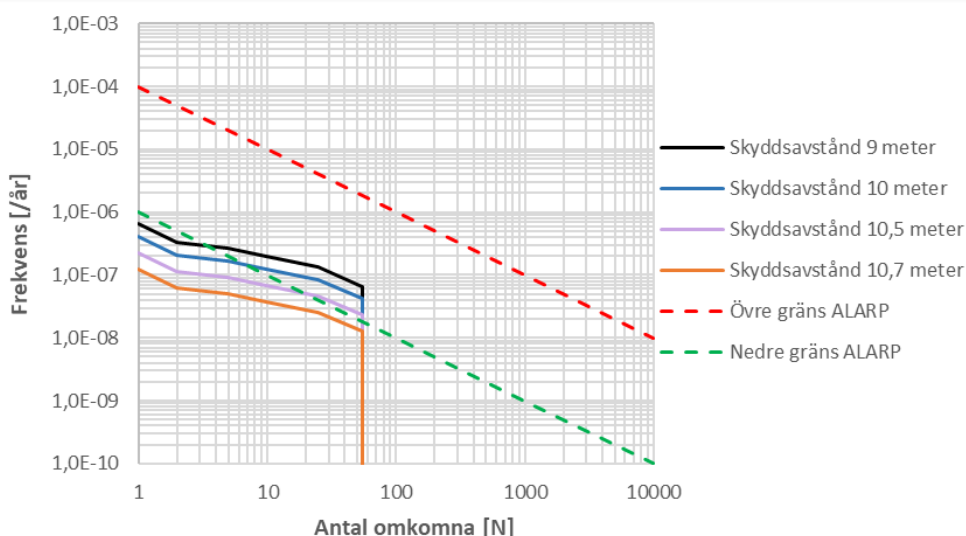


Figur 12. Samhällsrisk intill Hagsätra station.

Olshammarsgatan

Om det antas att det i utrymmena som är i markplan (cirka 2 200 m²) befinner sig en person per 20 m² fås totalt 110 personer. Om det sedan antas att hälften av dessa vistas i de rum som vetter mot spåret kan upp till cirka 55 personer förväntas omkomma. Rådande förutsättningar för utrymmena medför dock att denna siffra bedöms som osannolik, och att det krävs en nysansering som tar hänsyn till hur ofta personer befinner sig i dessa utrymmen. Till exempel förväntas inte ett större antal personer vistas i garaget samtidigt under längre tid.

I de flesta fall bedöms enstaka personer omkomma vid ett urspårat tåg som träffar byggnaden, därmed antas 50 % av fallen leda till att en person omkommer. Resterande fall utgörs av 2, 5, 10, 25 samt 55 omkommande, där respektive utfall utgör 10 %. Med kännedom om detta beräknas samhällsrisk för olika placeringar av byggnaden och resultatet redovisas i Figur 13. Eftersom tidigare beräkningar visar att individrisken är försumbar vid avstånd större än cirka 11 meter från spåret kommer samhällsriskerna också vara försumbara vid dessa avstånd. I stället presenteras samhällsriskerna för avstånd på cirka 9 till 11 meter, som visar på en samhällsrisk under ALARP. Utifrån detta är samhällsriskerna under ALARP-området med nuvarande skyddsavstånd från närmaste spårmit.



Figur 13. Samhällsrisk intill tunnelbanan utmed Olshammsgatan.

3.5 Osäkerhetsanalys

I detta avsnitt diskuteras och analyseras osäkerheter kring viktiga antaganden.

I beräkningarna har det antagits att det urspårande tåget färdas i 50 respektive 70 km/h. För risknivåerna ökades detta till 55 och 77 km/h för att ta hänsyn till höjdskillnader. Då byggnaderna är placerade i närheten av en tunnelbanestation undersöks om tåg kan ankomma med sänkt hastighet på grund av inbromsning. Givet att accelerationen och inbromsningen är $1,0 \text{ m/s}^2$ [19] kan inbromsningssträckan beräknas enligt nedan för att undersöka när tågen behöver börja inbromsningen för att stanna vid rätt plats:

$$s = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2a}$$

där

s = inbromsningssträcka (m)

v = starthastighet (m/s)

v_0 = sluthastighet, det vill säga 0 m/s

a = inbromsning (m/s^2)

Här används 50 och 70 km/h som starthastigheter då det är de faktiska hastigheterna tågen kommer färdas med. 50 km/h ger en inbromsningssträcka på 96 meter, och 70 km/h ger 189 meter.

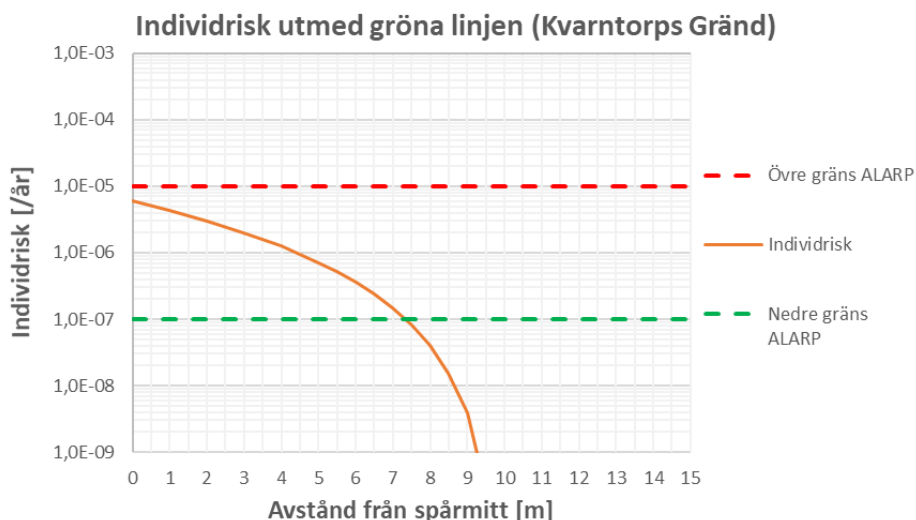
Med en inbromsningssträcka på cirka 96 meter måste tågets inbromsning påbörjas strax innan tåget når den norra delen av Kvarntorps Gränd. Tåget kan därmed passera nästan hela fastigheten innan inbromsningen måste påbörjas. Med en inbromsningssträcka på cirka 189 meter påbörjas tågets inbromsning först efter det passerat Olshammsgatan.

För att ta höjd för eventuella utbyggnader som innebär att Hagsätra station inte längre är en ändstation och den tillåtna hastigheten höjs, beräknas risknivåer för 60 km/h förbi stationen (Kvarntorps Gränd) och 80 km/h på vanlig sträcka (Olshammsgatan). Hastigheterna räknas enligt tidigare metod upp till 64 respektive 86 km/h.

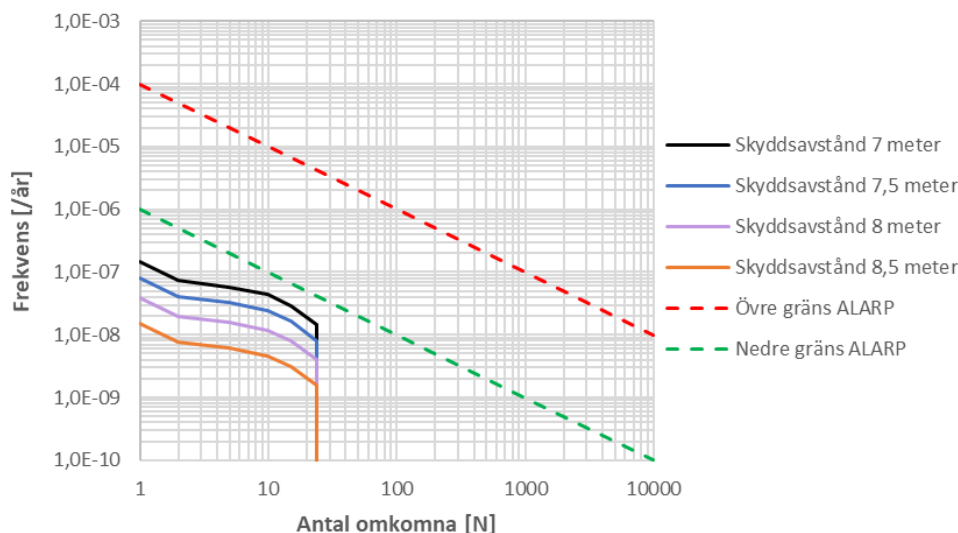


3.5.1 Kvarntorps Gränd

Individrisken bortom cirka 7-8 meter understiger nedre gränsvärdet för ALARP vilket i princip motsvarar resultatet från grundscenariot. Samhällsriskerna är också fortsatt under ALARP. Med den ökade hastigheten ökar inbromsningsavståndet till cirka 139 meter. Detta innebär att tåget då måste påbörja inbromsningen strax efter att tåget börjat passera fastigheten. Tåget kommer då köra utmed en större del av fastigheten i strax över 50 km/h, men även i den högre hastigheten är risknivåerna acceptabelt låga.



Figur 14. Individrisk intill Hagsätra station förbi Kvarntorps Gränd. Hastigheten (60 km/h) är uppräknad till 64 km/h för höjdskillnad.



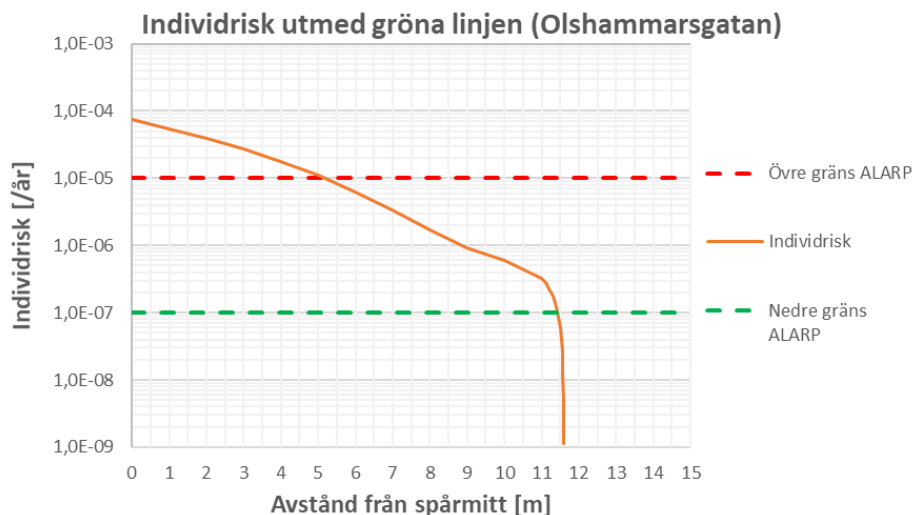
Figur 15. Samhällsrisk intill Hagsätra station förbi Kvarntorps Gränd. Hastigheten (60 km/h) är uppräknad till 64 km/h för höjdskillnad.

3.5.2 Olshammarsgatan

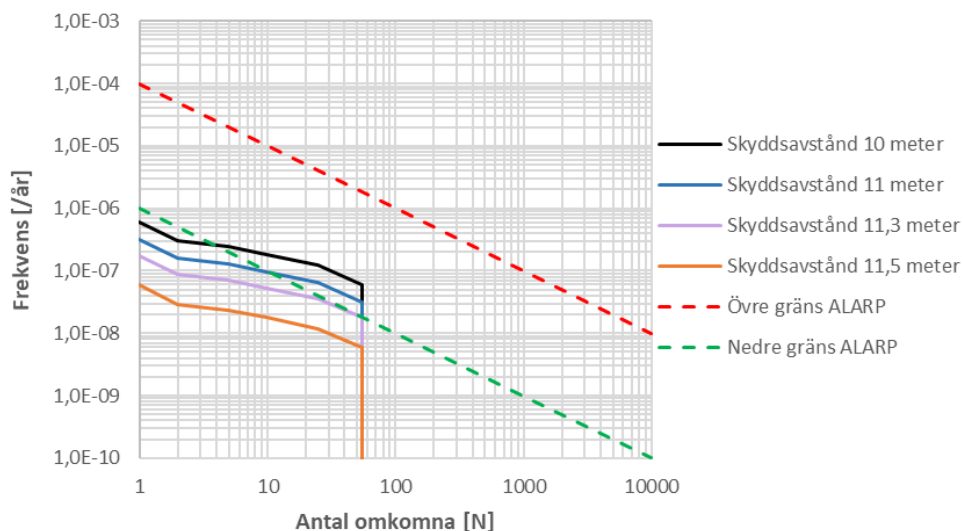
Individrisken bortom cirka 11-12 meter understiger nedre gränsvärdet för ALARP vilket i princip motsvarar resultatet från grundscenariot. Samhällsriskerna är också fortsatt under ALARP. I detta fall ökar inbromsningsavståndet till cirka 247 meter. Som tidigare nämnt är



det kortaste avståndet till Hagsätra station cirka 200 meter. Eftersom inkommande tåg stannar vid norra delen av perrongen bedöms avståndet vara minst cirka 280 meter mellan fastigheten och platsen där tågets främre del stannar. Därav kan tågen antas påbörja inbromsningen strax efter de passerat fastigheten.



Figur 16. Individrisk intill tunnelbanespåret förbi Olshammsgatan. Hastigheten (80 km/h) är uppräknad till 86 km/h.



Figur 17. Samhällsrisk intill tunnelbanespåret förbi Olshammsgatan. Hastigheten (80 km/h) är uppräknad till 86 km/h.



4 Diskussion och slutsatser

4.1 Diskussion

Denna riskutredning har syftat till att utreda om etableringen av Kvarntorps Gränd och Olshammarsgatan på del av fastigheten Älvsjö 1:1 och Hagsätra 1:2 i Stockholm är lämpliga med hänsyn till påkörningsrisken vid urspårning på tunnelbanan. För värdering av risknivåer har resultat från beräkningar för individ- och samhällsrisk jämförts med kriterier från MSB [5].

Beräkningarna har antagit ett konservativt värde för antalet tåg som passerar förbi fastigheterna då det antagits att majoriteten av tågen ankommer till och avreser från spåret närmast fastigheterna. Vidare är tunnelbanetåg lättare än järnvägståg vilket ger kortare urspårningsavstånd. Grovheten i beräkningsmodellen har medfört att vissa områdesförutsättningar inte kunnat tas med i beräkningarna. Exempel på detta är variationen i höjdskillnad mellan fastigheterna och spårområdet. Därför har hastigheten i beräkningarna uppräknats något, samt kompletterats med kvalitativa argument och resonemang utifrån fastigheternas placering i förhållande till tunnelbanespåret.

Antalet omkomna har för samhällsriskberäkningarna viktats utifrån hur ofta personer förväntas vistas i byggnadens utrymmen som antas skadas vid en urspårning. Eftersom utrymmena i Kvarntorps Gränd och Olshammarsgatan som skulle tänkas påverkas vid en urspårning till stor del utgörs av utrymmen där personer inte förväntas vistas i hög grad, har det antagits att i hälften av olyckorna omkommer en person. Detta ger en mer nyanserad bild av förhållandena som kommer råda och hanterar osäkerheter bättre än att ansätta ett enda värde. Ändringar i viktningen kan förskjuta samhällsrisken till inom ALARP-området om fler personer antas omkomma. Detta är mer påtagligt ju lägre skyddsavståndet är.

Vid förändringar av tunnelbanelinjen och/eller Hagsätra station som innebär högre hastigheter förbi planområdena ökar risknivåerna något, men genomförd osäkerhetsanalys visar att det inte sker i sådan omfattning att riskerna inte längre är att betrakta som acceptabelt låga.

4.1.1 Kvarntorps Gränd

Skyddsavståndet mellan Kvarntorps Gränd och tunnelbanan varierar mellan 11-12 meter från norr till söder, och bortom cirka 6-7 meter är individrisken acceptabelt låg. Enligt avsnitt 3.5 borde påkörningsrisken i dagsläget främst vara aktuell för ankommande tåg då de har högre hastighet än de som lämnar stationen och kör närmast fastigheten, samtidigt som perrongen skyddar mot urspårning av tåg i norrspåret. Stationens läge utmed fastigheten innebär att tåg kör i relativt låg hastighet med tanke på inbromsning och accelerationssträcka. Söderut finns även ett urspårningsskydd över gångtunneln som minskar risken för påverkan vid urspårning.

Vid aktuell utformning underskrider samhällsrisken det nedre gränsvärdet för ALARP.



4.1.2 Olshammsgatan

Avståndet mellan Olshammsgatan och tunnelbanan varierar mellan cirka 13–15 meter från söder till norr. Utifrån individrisken krävs ett skyddsavstånd på cirka 11 meter för att den nedre gränsen för ALARP-området ska underskridas och att risken kan ses som acceptabel.

Beräkningarna har inte tagit hänsyn till urspårningsskyddet som är placerat mellan spåren och norra delen av fastigheten, se Figur 8. Skyddet bidrar sannolikt till en minskad risk för skador på byggnaden vid en urspårning. Med avseende på tågets färdriktning borde riskminskningen vara störst för södergående tåg, eftersom norrgående tåg når urspårningsskyddet först när de passerat cirka halva planområdet.

Vid aktuell utformning underskrider samhällsriskens det nedre gränsvärdet för ALARP.

4.2 Slutsatser

Utredningen visar att påkörningsrisker är under den nedre ALARP-gränsen gällande individ- och samhällsrisk för Kvarntorps Gränd såväl som för Olshammsgatan, med aktuella avstånd till tunnelbanan. Därmed kan risken för påkörning anses vara acceptabelt låg och inte erfordra ytterligare åtgärder.



Referenser

- [1] Stockholms stad, "Stadskartan," 2020. [Online]. Available: http://kartor.stockholm.se/bios/dpwebmap/cust_sth/sbk/sthlm_sse/DPWebMap.html. [Använd 11 11 2021].
- [2] Belatchew Arkitekter, "Nytt landmärke i Hagsätra centrum," [Online]. Available: <https://belatchew.com/projekt/hagsatra-hubb/>. [Använd 20 08 2019].
- [3] Belatchew Arkitekter, "Kvarntorps Gränd (Ritnr. SK40-10-11)," Stockholm, 2022-02-04.
- [4] Ettelva Arkitekter, "Olshammarsgatan Situationsplan," 2022-01-26.
- [5] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [6] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003.
- [7] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003b.
- [8] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [9] Region Stockholm, "Hagsätragrenen ska bli en del av Blå linje," 09 10 2018. [Online]. Available: <https://nyatunnelbanan.sll.se/sv/artikel/hagsatragrenen-ska-bli-en-del-av-bla-linje>. [Använd 20 08 2019].
- [10] SL, "Tidtabell: Rågsved mot Hagsätra (2018-12-09 till 2019-12-06)," [Online]. Available: https://sl.se//KTT/hpltid/ihtt/2018_2019/1003/out/1258685.pdf. [Använd 20 08 2019].
- [11] SL, "Tidtabell: Hagsätra mot Hässelby strand (2019-08-17 till 2019-09-01)," 09 08 2019. [Online]. Available: https://sl.se//KTT/hpltid/ihtt/2018_2019/1066/out/1465821.pdf. [Använd 16 06 2020].
- [12] Briab Brand & Riskingenjörerna AB, "Utredning av påkörningsrisk - Örbi 4:1, Stockholm," Briab, Stockholm, 2018.
- [13] Belatchew Arkitekter, "Kvarntorps Gränd, Fasad mot spår (Ritnr. SK30b)," Stockholm, 2022-02-04.
- [14] Belatchew Arkitekter, "Kvarntorps Gränd, Fasad mot torg (Ritnr. SK330a)," Stockholm, 2022-02-04.



-
- [15] Ettelva Arkitekter, "Olshammarsgatan, Fasad söder b," 2022-01-26.
 - [16] UIC, "UIC Code 777-2, Structures built over railway lines, 2nd edition," International Union och Railways, 2002.
 - [17] Statens haverikommission, "Slutrapport RJ 2014:03 - Olycka på Saltsjöbanan, Stockholms län, den 15 januari 2013," 05 05 2014. [Online]. Available: https://www.havkom.se/assets/reports/Swedish/RJ2014_03.pdf. [Använd 16 06 2020].
 - [18] Swedish Standards Institute (SIS), "SS-EN 1991-1-7:2006 Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast," SIS, Stockholm, 2011.
 - [19] Fire Safety Design (FSD), "Detaljplan Linneduken 1, Kompletterande riskanalys - tunnelbana," FSD Göteborg AB, Göteborg, 2010.