



Utredning av påkörningsrisk



Klokryparen 6, Stockholm

2023-02-13



Projektinformation

Fastighet: Kv Klokryparen
Kommun: Stockholm
Ärende: Utredning av påkörningsrisk från tunnelbana i fastighet Klokryparen
Uppdragsgivare: SSSB - Stiftelsen Stockholms studentbostäder

Kontaktperson: Björn Ribbhagen
bjorn.ribbhagen@sssb.se
08-458 10 56

Uppdragsansvarig: Jens Bengtsson (JB)
jens.bengtsson@briab.se
0721-89 99 88

Kvalitetskontrollant Håkan Niva
Hakan.niva@briab.se

| Datum | Typ av handling | Upprättad av | Kontrollerad av |
|------------|--|----------------|-----------------|
| 2023-01-27 | Utredning av påkörningsrisk, UTKAST | Jens Bengtsson | |
| 2023-02-07 | Utredning av påkörningsrisk, Version 1 | Jens Bengtsson | Håkan Niva |
| 2023-02-13 | Utredning av påkörningsrisk, Version 2 | Jens Bengtsson | Håkan Niva |



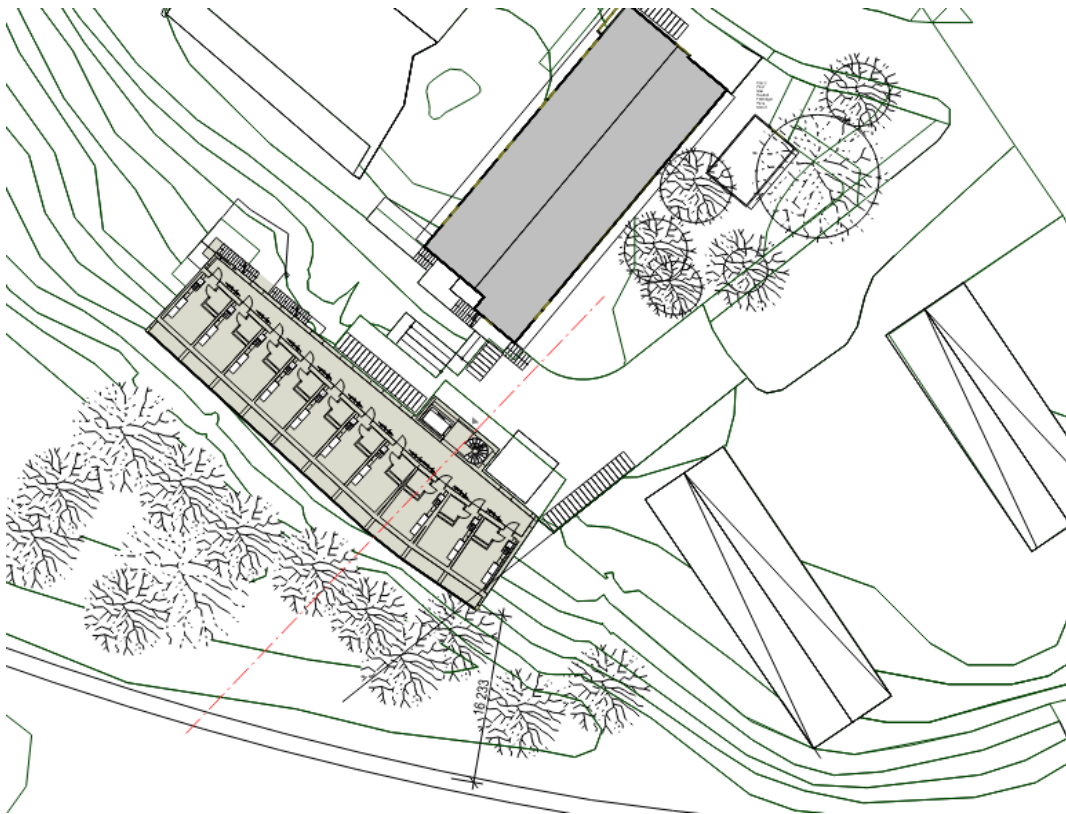
Sammanfattning

Briab har, utifrån krav i plan- och bygglagen (2010:900) att ny bebyggelse ska vara lämpad för ändamålet med hänsyn till människors liv och hälsa och risken för olyckor, utrett påkörningsrisken för en ny byggnad (flerbostadshus) som planeras inom fastigheten Klo kryparen 6, Stockholm.

Utredningen visar att påkörningsrisk föreligger om byggnader placeras för nära tunnelbanan. För att få en acceptabelt låg risknivå enligt gällande acceptanskriterier föreslås att utformningen utförs enligt följande:

- Byggnaden närmast tunnelbanan placeras minst 10 meter från det spår (spårmitt) som ligger närmast fastigheten och det anordnas så att negativ höjdskillnad mellan spår område och byggnaden är liten (< 0,5 meter), det vill säga att den fasad som vetter mot spåret hamnar på liknande eller högre plushöjd som spår området. Byggnaden planeras för närvarande på ett avstånd som överstiger 16 meter, vilket medför att den ligger utanför det område som bedöms komma att påverkas vid en urspårning

Förslaget illustreras översiktligt Figur 1.



Figur 1. Rekommenderade minsta skyddsavstånd (10 meter) från spår mitt till ny byggnad. Källa: [1]. Aktuell placering om över 16 meter ger tillräckligt skyddsavstånd för att byggnaden inte ska påverkas av urspårande tåg.



Innehåll

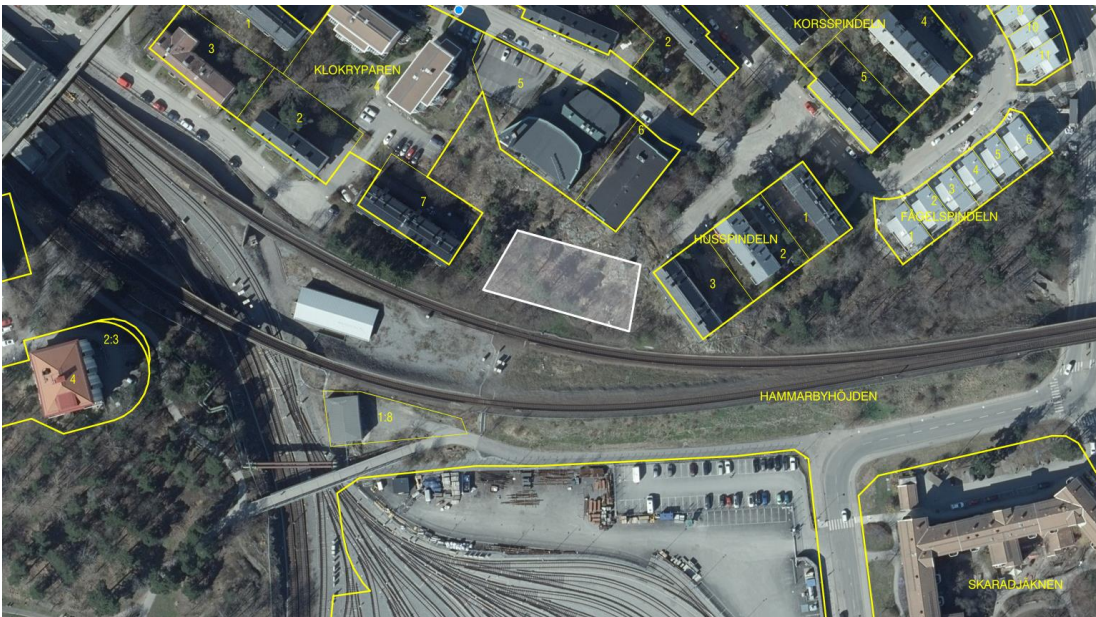
| | |
|--|-----------|
| Sammanfattning | 2 |
| 1 Inledning | 4 |
| 1.1 Bakgrund och förutsättningar | 4 |
| 1.2 Syfte och mål | 5 |
| 1.3 Omfattning och avgränsningar | 5 |
| 1.4 Underlag | 5 |
| 1.5 Kvalitetssystem | 5 |
| 1.6 Revideringar | 5 |
| 2 Riskhänsyn vid fysisk planering | 6 |
| 2.1 Riskbegrepp | 6 |
| 2.2 Styrande dokument | 6 |
| 2.3 Riskhanteringsprocessen | 6 |
| 2.4 Projekt som påverkar befintlig kollektivtrafik | 8 |
| 3 Fördjupad bedömning av påkörningsrisk | 9 |
| 3.1 Allmänt: Klokryparen 6 och linje 17 mellan Skärmarbrink och Hammarbyhöjden | 9 |
| 3.2 Planerad bebyggelse inom Klokryparen 6 | 9 |
| 3.3 Beräkning och värdering av påkörningsrisk | 11 |
| 3.4 Osäkerheter och känslighetsanalys | 14 |
| 4 Slutsats och rekommendationer | 16 |
| 5 Referenser | 17 |



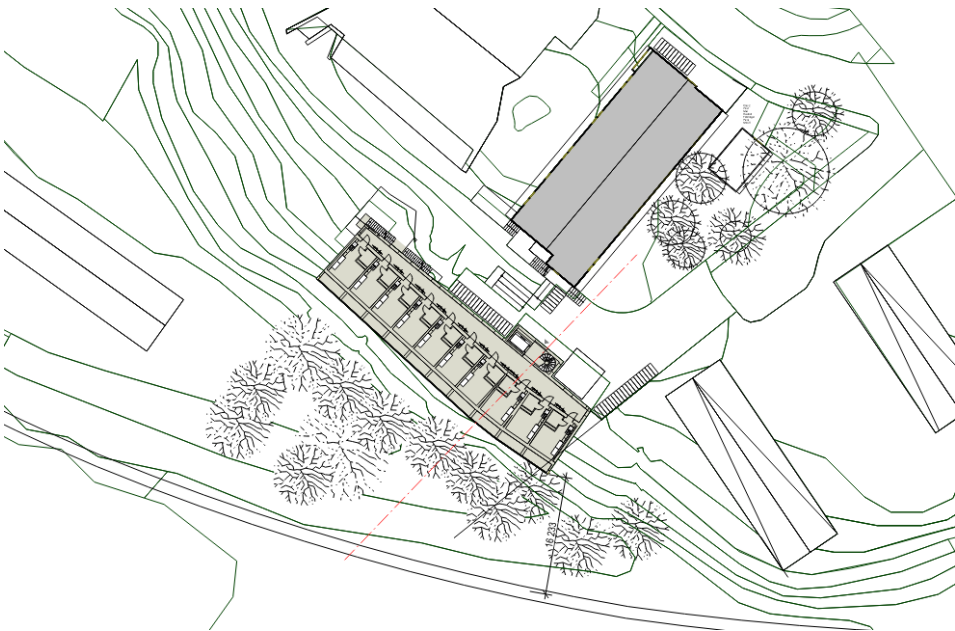
1 Inledning

1.1 Bakgrund och förutsättningar

Klokryparen 6 ligger i Hammarbyhöjden i Stockholm, mellan Skärmarbrinks och Hammarbyhöjdens tunnelbanestationer, se Figur 2 och Figur 3. Inom fastigheten planeras för ett nytt studentboende i upp till 5 våningar. Då planerade bebyggelse planeras i anslutning till tunnelbanespår behöver risken för påkörning av urspårande tåg beaktas. I aktuell rapport utreds denna påkörningsrisk närmare.



Figur 2. De nya flerbostadshusen för studentboende planeras inom det skuggade området.



Figur 3. Bild över fastigheten och planerad bebyggelse. Källa: [1].



1.2 Syfte och mål

Syftet med denna riskutredning är att undersöka om ny bebyggelse inom fastigheten Klokryparen 6 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 inom fastigheten.

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 den del av fastigheten som markerats i Figur 2.

1.4 Underlag

I Tabell 1 framgår vilket planeringsunderlag som nyttjas i utredningen.

Tabell 1. Planeringsunderlag.

| Handling | Datering | Upprättad av |
|--|------------|----------------------|
| Underlag för detaljplanering - ny byggnad på kv. Klokryparen 6, Skärmarbrink | 2023-01-20 | Lugnet Arkitekter AB |

1.5 Kvalitetssystem

Utredningen omfattas av kontroll enligt Briabs kvalitetssystem som är upprättat och certifierat i enlighet med ISO 9001. Granskare i projektet har varit Håkan Niva, civilingenjör i riskhantering.

1.6 Revideringar

Detta är version 2 av utredningen där byggnadens utformning har förtydligats utifrån ny information.



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 [2].

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 [2].

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.

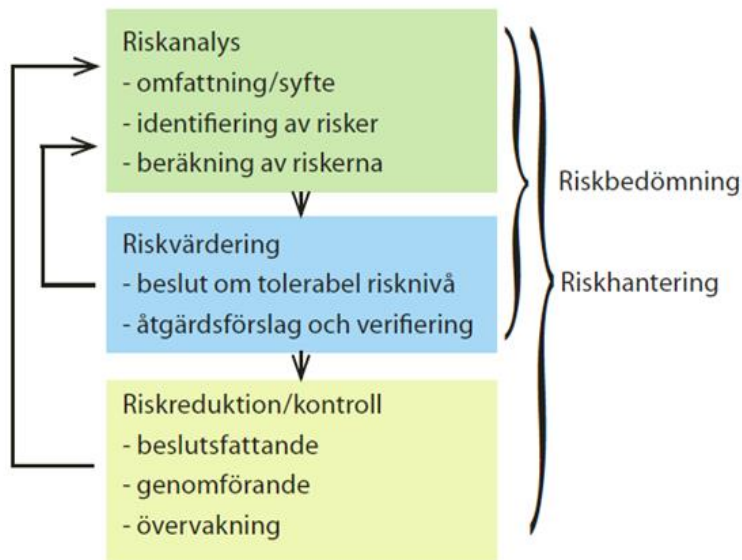
2.2.2 Rekommendationer och riktlinjer

För att tydliggöra vilken mark som, med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor, är lämpad för ändamålet har flera länsstyrelser i Sverige presenterat vägledningar och riktlinjer för riskhänsyn vid fysisk planering.

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationerna *Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag* [3] och *Riskanalyser i detaljplaneprocessen* [4]. Dessa är generella rekommendationer på innehåll i riskanalyser i planprocessen.

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.

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.

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 [5]. 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 [2]:

- **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 realiserats 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 [2]. 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 [4]. Följande kriterier för individrisk har föreslagits av DNV:

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

Följande kriterier för samhällsrisk har föreslagits av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 10^{-4} per år för N=1 och 10^{-6} per år för N=100, där N är antalet omkomna.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 10^{-6} per år för N=1 och 10^{-8} per år för N=100, där N är antalet omkomna.

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 [2].

2.3.3 Riskreduktion

Riskanalys 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 riskanalysens syfte och mål [5].

2.4 Projekt som påverkar befintlig kollektivtrafik

Region Stockholm har tagit fram en särskild blankett 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.

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.

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

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



3 Fördjupad bedömning av påkörningsrisk

I detta avsnitt utförs en fördjupad bedömning av påkörningsrisken för planerade byggnader inom aktuell fastighet.

3.1 Allmänt: Klokryparen 6 och linje 17 mellan Skärmarbrink och Hammarbyhöjden

Intill aktuell fastighet passerar tunnelbanans gröna linje med två spår, ett i vardera riktningen med ett stort avstånd mellan spåren till följd av de växlar som norr om den aktuella fastigheten. I tunnelbanan råder vänstertrafik, vilket medför att södergående trafik passerar närmast aktuell fastighet. Förbi stationerna passerar det omkring 800 tåg per vecka i södergående riktning (spåret närmast fastigheten) [6] vilket motsvarar i genomsnitt 113 passager per dygn.

Maximal hastighet på gröna linjen är i dagsläget 70 km/h och i anslutning till plattformarna 50 km/h [7]. Nya vagnar kan i framtiden eventuellt komma att ha en maximal hastighet om 80 km/h på raksträckor och 60 km/h förbi perronger. På gröna linjen finns ett modernt signalsäkerhetssystem som övervakar tågens hastighet och att stoppsignaler inte passeras [8]. Gröna linjen trafikerar i dagsläget av tunnelbanevagnsmodellen C20, vilka har en höjd om 2,8 meter och en korgbredd om 2,9 meter. Då utformningen av spårområdet i tunnelarna medför att utrymmet kring tunnelbanevagnarna är begränsat även förväntas framtida vagnar ha liknande dimensioner.

3.2 Planerad bebyggelse inom Klokryparen 6

Den planerade byggnaden är ett flerbostadshus med studentbostäder i 5 våningar med 10 lägenheter per plan, se Figur 5 och Figur 6. I den del av byggnaden som ligger närmast spåret planeras det för balkonger vilket medför att avståndet till yttervägg av lägenheter är ytterligare ett par meter. Längden på byggnaden längs med spåret är i storleksordningen 42 meter.



Figur 5. Placering av fastighet i förhållande till spårområde.



Figur 6. Sektion som visar byggnaden och markområdet mellan byggnad och spår i förhållande till spårområde.



3.3 Beräkning och värdering av påkörningsrisk

Om det anordnas så att det inte föreligger någon större höjdskillnad mellan spårrområde och nya byggnader 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 [9]. För att anordna dessa höjdförhållanden kan byggnaderna exempelvis placeras i souterräng, det vill säga att de fasader som vetter mot spåret hamnar på liknande plushöjd som spårområdet.

Det antas att det urspårande tåget färdas i maximal hastighet (70 km/h) till följd av att den ligger mitt mellan stationerna och att tåget därmed har maximal tillåten hastighet. Sannolikheten per år för att ett tåg spårar ur på väg mot byggnaden kan beskrivas och beräknas med [9]:

$$P_1 = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3} = 0,25 \times 10^{-8} \times 61,25 \times 113 \times 365 \times 10^{-3} = 3,71 \times 10^{-6}$$

där

e_r = urspårningsfrekvens per tågkilometer vilken ansätts till $0,25 \times 10^{-8}$ utifrån rådande spårförhållanden [9]

d = längsta urspårningssträcka för ett urspårat tåg, i meter. Kan beräknas med $V^2/80$ där V är hastigheten i km/h. Således blir $d = 70^2/80 = 61,25$ m

Z_d = antal tåg per dygn = 113 per dygn i genomsnitt enligt gällande tidtabell [10]

Till följd av avståndet mellan spåren, vilket är mer än 25 meter på den aktuella platsen, förväntas inte tåg som spårar ur på det spår som ligger längst bort utgöra en påkörningsrisk för de planerade byggnaderna. Sannolikheten för att ett tåg som har spårat ur på spåret närmast fastigheten ska kollidera med en byggnad på fastigheten kan beräknas med [9]:

$$P_2 = [(b-a)/b]^2 \times 0,5 \times c/d = [(V^{0,55}-a)/V^{0,55}]^2 \times 0,5 \times 42/61,25$$

där

b = maximal lateral urspårningssträcka mätt från spårmitt, vilken kan beräknas med $V^{0,55}$ där V är hastighet vid urspårning = 10,3 meter. Detta innebär att endast den byggnad som planeras närmast spåret riskerar att bli påkörd i händelse av urspårning varför detta delavsnitt fortsättningsvis endast fokuserar på denna byggnad.

a = avstånd från spårmitt till närmaste byggnadsdel, beräknas för $a = 0,1, \dots, 14, 15$ meter

d = se ovan

c = avståndet parallellt med spåret som löper risk att bli påkört av urspårat tåg. Ansätts till hela fastighetens längd längs med spåret (42 meter).

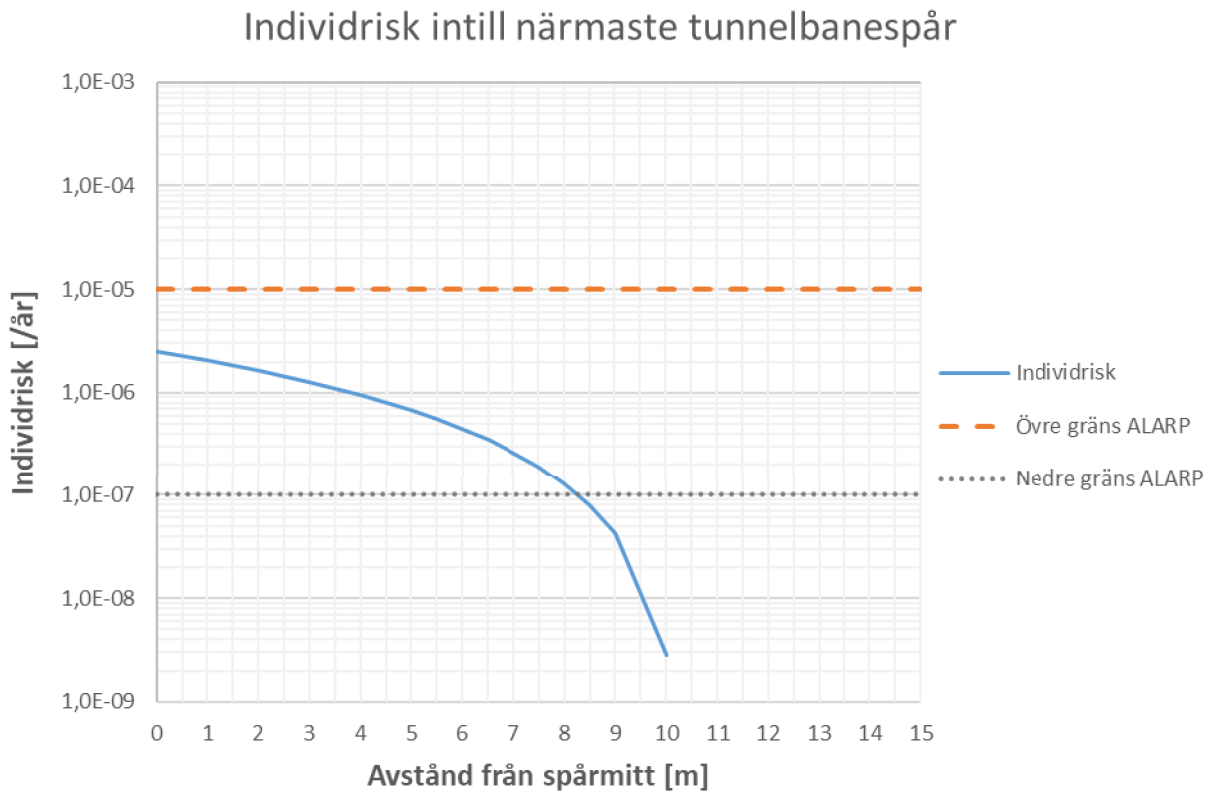
Sannolikheten per år (P) för påkörning av byggnad som placeras intill tunnelbanan kan slutligen beräknas med:

$$P = P_1 \times P_2$$



3.3.1 Individrisk

Om det antas att en påkörning av byggnad alltid medför att någon omkommer i byggnaden kan individrisken intill spåret beskrivas med Figur 7.

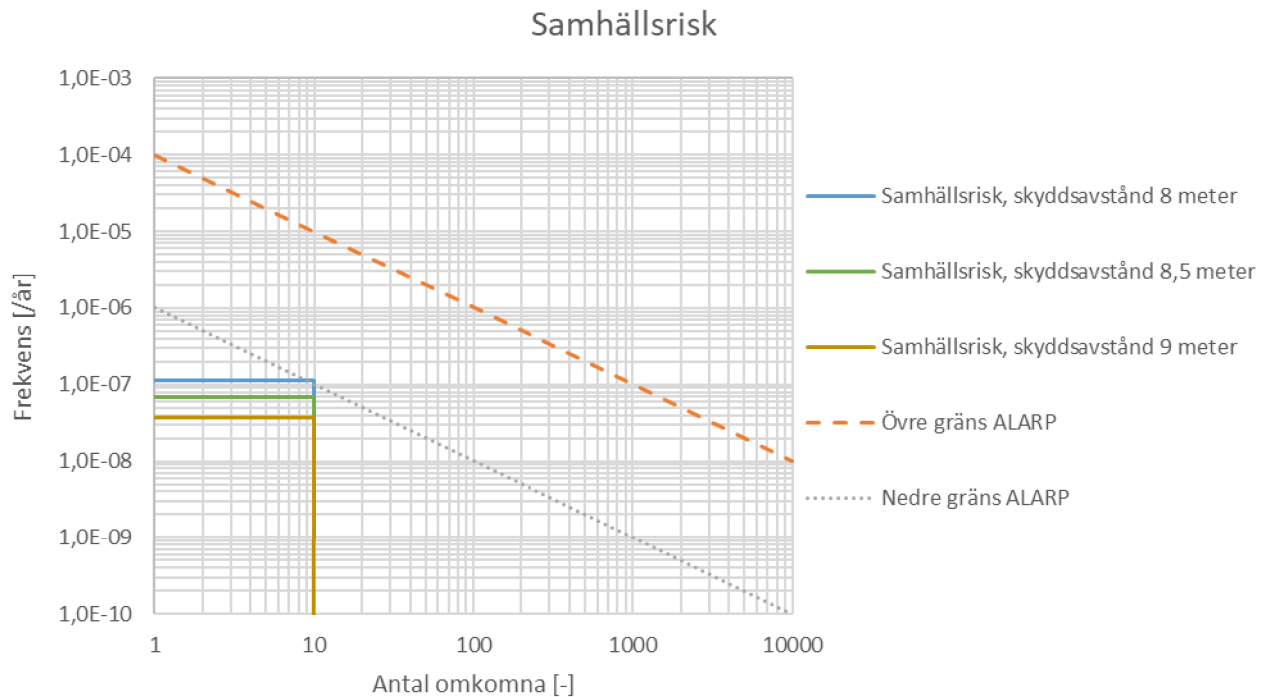


Figur 7. Individrisk intill Klokryparen 6.

3.3.2 Samhällsrisk

För beräkning av samhällsrisk behövs det uppskattas hur många 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 [11]. Aktuell byggnad står inte bakom en stoppbock 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 byggnaden kommer att vara över fem våningar ställs även särskilda krav i gällande europeiska konstruktionsstandarder på bärverkets robusthet och seghet [12] vilket minskar risken för ett fortskridande ras.

Utifrån detta bedöms en påkörning medföra att endast rum i markplan som ligger mot tunnelbanan förstörs. Om det antas att det i respektive lägenhet (10 lägenheter planeras i markplan) vistas en person (då det är studentbostäder) och att dessa vistas i rummet som förstörs bedöms som mest 10 personer kunna omkomma. Med kännedom om detta beräknas samhällsrisk för olika placeringar av byggnaden. Resultatet redovisas i Figur 8.



Figur 8. Samhällsrisk för Klo kryparen 6.

3.3.3 Värdering av risk

Beräknad individrisk och samhällsrisk är acceptabelt låga (under ALARP) om byggnaden placeras minst 8,5 meter från närmaste spårmitt och det anordnas så att höjdskillnad mellan spår område och byggnad är liten (< 0,5 meter).



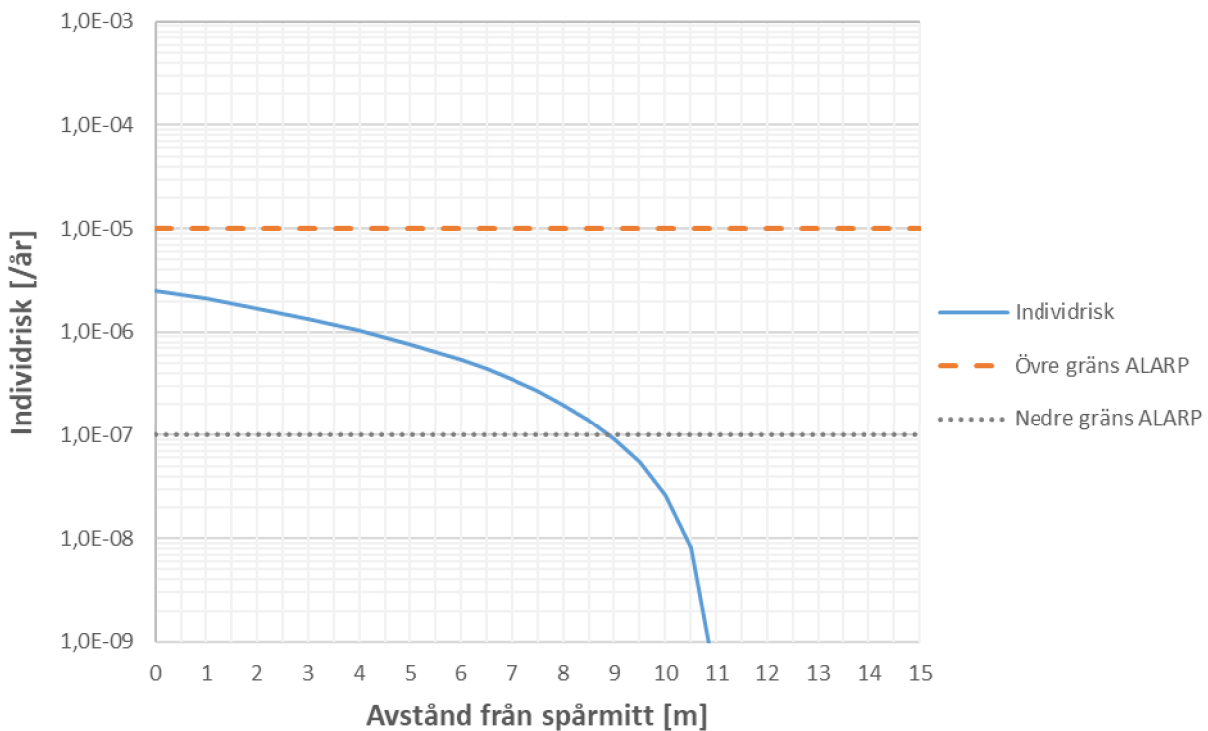
3.4 Osäkerheter och känslighetsanalys

I detta avsnitt diskuteras osäkerheter kring viktiga antaganden. Vid behov genomförs kompletterande beräkningar.

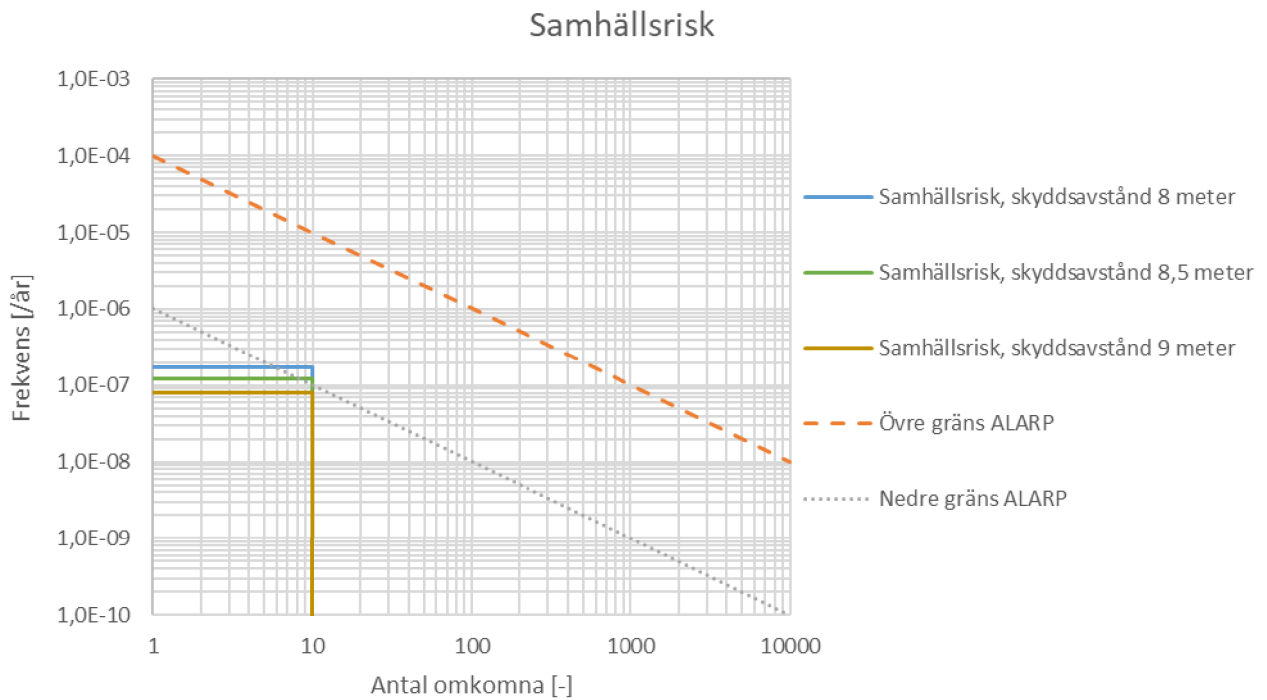
3.4.1 Hastighet förbi perronger

Då tåget får färdas i 70 km/h och denna hastighet kan komma att höjas till 80 km/h i framtiden undersöks vilken effekt detta har på beräknad individ- och samhällsrisk. Resultatet presenteras i Figur 9 och Figur 10.

Individrisk intill närmaste tunnelbanespår



Figur 9. Individrisk intill Klokryparen 6 vid en hastighet om 80 km/h.



Figur 10. Samhällsrisk intill Klokröparen 6 vid en hastighet om 80 km/h.

Känslighetsanalysen visar att höjningen av hastighet ger något högre individrisker, men att individrisken är acceptabelt låg vid 9 meter från spårmiten även vid 80 km/h. Även samhällsrisken för byggnaden inom Klokröparen 6 är acceptabelt låg på 9 meter från spårmiten vid 80 km/h. Eftersom individ- och samhällsrisken baseras på påverkan på personer som vistas inuti sina bostäder medför utformningen av byggnaden med balkonger närmast spårområdet att ytterligare skyddsavstånd tillskapas.



4 Slutsats och rekommendationer

Syftet med denna riskutredning har varit att, utifrån krav i plan- och bygglagen (2010:900), undersöka om ny bebyggelse inom fastigheten Klo kryparen 6 i Stockholm är lämpad för ändamålet med hänsyn till påkörningsrisken i händelse av urspårning på tunnelbanan.

Utredningen visar att påkörningsrisk föreligger om byggnader placeras för nära tunnelbanan. För att få en acceptabelt låg risknivå enligt gällande acceptanskriterier föreslås att utformningen utförs enligt följande:

- Byggnaden närmast tunnelbanan placeras minst 10 meter från det spår (spårmitt) som ligger närmast fastigheten och det anordnas så att negativ höjdskillnad mellan spår område och byggnaden är liten (< 0,5 meter), det vill säga att den fasad som vetter mot spåret hamnar på liknande eller högre plushöjd som spår området. Byggnaden planeras för närvarande på ett avstånd som överstiger 16 meter, vilket medför att den ligger utanför det område som bedöms komma att påverkas vid en urspårning

Förslaget illustreras översiktligt Figur 11/figur 1.



Figur 11. Rekommenderade minsta skyddsavstånd (10 meter) från spårmitt till ny byggnad. Källa: [1]. Aktuell placering om över 16 meter ger tillräckligt skyddsavstånd för att byggnaden inte ska påverkas av urspårande tåg.



5 Referenser

- [1] Lugnet Arkitekter AB, Underlag för detaljplanering - ny byggnad på kv. Klokryparen 6, Skärmarbrink, Stockholm, 2023.
- [2] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [3] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för riskanalyser som beslutsunderlag," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003.
- [4] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2003b.
- [5] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [6] Moovit, "Linjerutt 17 - SL Tunnelbana - Tunnelbana Scheman | Moovit," [Online]. Available: <https://moovitapp.com/stockholm-1083/lines/17/20805086/1/sv?ref=2&customerId=4908&sid=37912470&sidx=26&dayOffset=19388>. [Använd 27 Januari 2023].
- [7] Reskollen, "Tunnelbana karta | Tunnelbanan Stockholm," [Online]. Available: <https://tunnelbanakarta.se/>. [Använd 23 Januari 2023].
- [8] SL, *Jörgen Lindström på SL Kundtjänst, mejl 2015-04-14*.
- [9] UIC, "UIC Code 777-2, Structures built over railway lines, 2nd edition," International Union och Railways, 2002.
- [10] SL, "Tidtabell: Bandhagen mot Hässelby strand," [Online]. Available: http://sl.se//KTT/hpltid/iht/2016_2017/1033/out/915814.pdf.
- [11] Statens haverikommission, "Olycka på Saltsjöbanan, Stockholms län, den 15 januari 2013," 05 05 2014. [Online]. Available: http://www.havkom.se/virtupload/reports/RJ2014_03.pdf.
- [12] Swedish Standards Institute (SIS), "SS-EN 1991-1-7:2006 Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast," SIS, Stockholm, 2011.
- [13] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15," Banverket, Stockholm, 2001.